This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

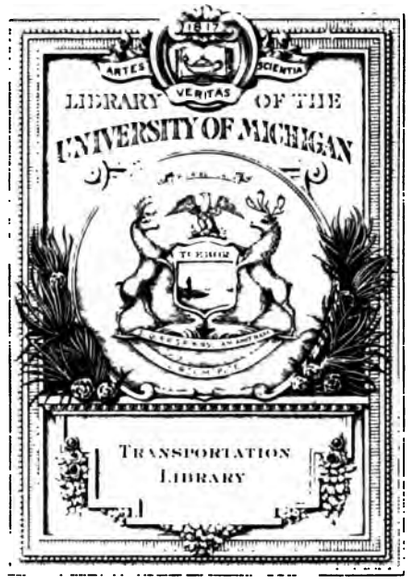
+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

C 416,599 DUPL


ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
TURRIM
TRANSPORTATION
LIBRARY

MÉMOIRE

SUR

LA MARINE DES ANCIENS

ET SUR

LES NAVIRES A PLUSIEURS RANGS DE RAMES.

IMPRIMERIE DE FAIN, RUE RACINE, PRÈS L'ODÉON.

MÉMOIRE

SUR

LA MARINE DES ANCIENS

ET SUR

LES NAVIRES A PLUSIEURS RANGS DE RAMES.

PAR J. RONDELET,

*Architecte, chevalier de la légion-d'honneur; membre de l'Institut royal de France; du Comité consultatif des Bâtimens de la Couronne; Inspecteur général et membre du Conseil des Bâtimens Civils auprès du Ministre de l'Intérieur; Professeur de Stéréotomie à l'École spéciale d'Architecture; de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Lyon, et de plusieurs autres Sociétés savantes; Auteur de l'*ART DE BATIR *et de plusieurs autres ouvrages.*

A PARIS,
CHEZ L'AUTEUR, ENCLOS DU PANTHÉON.
M DCCC XX.

newport.
library

[redacted]
Library
VM
16
.R77

Transport.

10-6-52 21V

MÉMOIRE

SUR

LA MARINE DES ANCIENS

ET SUR

LES NAVIRES A PLUSIEURS RANGS DE RAMES.

Le désir de faire une étude particulière de tout ce qui pouvait avoir rapport à la science de la construction, m'a porté à faire des recherches sur la disposition de ces fameux navires à plusieurs rangs de rames, dont il est parlé dans Plutarque et dans Athénée, et qui ont été le sujet de plusieurs dissertations des savans et des commentateurs.

Rien ne m'a paru plus propre à donner une juste idée des progrès que les anciens avaient faits dans les mécaniques et dans la science de la construction.

On peut croire que l'art de construire des navires a été, comme tous les autres, le résultat du temps et de l'expérience : il a fallu probablement un grand nombre de siècles, avant de parvenir à former les premières barques susceptibles d'aller avec des rames, à les diriger par le moyen d'un gouvernail, et enfin à naviguer avec des voiles.

Il est probable que les premiers essais remontent à des milliers d'années au delà des temps les plus reculés dont il soit fait mention dans l'histoire; peut-être l'art de la navigation a-t-il été trouvé, perdu et renouvelé à différentes époques. Les grandes catastrophes que notre globe paraît avoir éprouvées, ont pu détruire successivement plusieurs peuples navigateurs, tels que les Tyriens, les Égyptiens et les Carthaginois. Les navires pétrifiés, qu'on prétend avoir été trouvés dans les rochers de l'Apennin (1) et les montagnes de la Suisse, viennent à l'appui de ces conjectures, ainsi que d'autres débris découverts en différentes contrées à des profondeurs considérables.

Les plus anciens historiens dont les ouvrages entiers ou les fragmens soient parvenus jusqu'à nous, ne remontent pas à quatre mille ans d'antiquité. Tout ce qu'ils racontent des temps antérieurs n'est fondé que sur des traditions vagues ou fabuleuses, qui perdent leur probabilité en raison de l'éloignement des temps et des pays où l'on prétend que les faits ont eu lieu, par rapport à ceux qui les racontent et au merveilleux dont les poëtes se sont plu à les embellir.

Cependant plusieurs monumens de l'Afrique et de l'Asie prouvent qu'il y a eu de grands peuples, qui ont existé à des époques très-éloignées, qui avaient poussé les arts et les sciences à un certain dégré de perfection, et qui avaient un langage et une manière d'écrire dont on a perdu la connaissance, tels que les hiéroglyphes égyptiens et les caractères gravés sur les monumens de Persépolis.

---

(1) Telliamed, tome Ier. pages 179 et 180.

L'histoire profane ne présente de faits certains et bien circonstanciés, que depuis l'établissement des Olympiades, c'est-à-dire depuis 776 ans avant l'ère vulgaire.

Hérodote (1) qui est, après Moyse, le plus ancien historien dont les ouvrages entiers soient parvenus jusqu'à nous, est le premier qui nous ait donné une idée de l'état de civilisation des anciens peuples et de la puissance où ils étaient parvenus, ainsi que des arts, des sciences, de la navigation et du commerce.

Cet auteur qui vivait environ cinq siècles avant l'ère vulgaire, avait consulté les ouvrages des auteurs qui l'avaient précédé, et dont il ne nous reste que les noms et quelques fragmens contestés, tels que Darès (2), Dictis de Crète (3), Denis de Milet (4), Hécatée (5), Hellanicus (6), Charron de Lampsaque (7), etc.

Relativement à l'art de construire des bâtimens propres à se soutenir sur l'eau, on peut dire que le plus ancien, le plus grand et le plus extraordinaire, est l'arche de Noé, décrite dans la Genèse. D'où l'on peut conclure que cet art

---

(1) Hérodote d'Halicarnasse, ville de Carie, vivait 469 ans avant l'ère vulgaire.

(2 et 3) Darès et Dictis de Crète sont supposés avoir fait une histoire de la guerre de Troie, environ 1200 ans avant l'ère vulgaire.

(4) Denis de Milet vivait 521 ans avant l'ère vulgaire.

(5) Hécatée, qui a fait une description de l'Asie, vivait 549 ans avant l'ère vulgaire.

(6) Hellanicus de Mytilène, cité par les anciens auteurs, vivait 486 ans avant l'ère vulgaire, il avait fait une histoire des anciens rois du monde et des fondateurs des villes qui ne nous est pas parvenue.

(7) Charron de Lampsaque avait écrit une histoire de Perse.

était connu avant le déluge, que l'on place à 2348 ans avant l'ère vulgaire.

De la marine des anciens Égyptiens et des Grecs.

Parmi les plus anciens auteurs Grecs, les uns attribuent l'invention des premiers bâtimens propres à aller sur l'eau, à Prométhée, à Neptune, à Janus, à Atlas, à Hercule, les autres à Bacchus, à Minerve, à Danaüs, à Minos, à Thésée et à Pirithoüs.

Pline le naturaliste (1), qui vivait dans un temps où il pouvait consulter plusieurs ouvrages qui n'existent plus, rapporte que Danaüs fut le premier qui vint d'Égypte en Grèce sur un navire à cinquante rames, 1511 ans avant l'ère vulgaire, suivant la chronique des marbres de Paros. Il est certain qu'un navire à cinquante rames, et la traversée d'une mer de plus de cent lieues de largeur, ou une navigation de sept cent cinquante lieues de côte, prouve que les Égyptiens à cette époque avaient déjà fait de grands progrès dans cet art. Plusieurs auteurs leur attribuent l'invention des rames, des voiles et du gouvernail.

Selon Philostéphanus, le premier vaisseau long qui fut employé à la navigation, fut celui de Jason ou des Argonautes, 219 ans après l'arrivée de Danaüs en Grèce. Hégésias attribue cette invention à Paralus, Clésias à Sémiramis, et Archimacus à Ægéon. Damastès dit que les premiers navires à deux rangs de rames furent imaginés par les Érithréens; selon Thucydide, ceux à trois

(1) Pline, livre 7.

rangs le furent par Aminoclès de Corinthe, 786 ans avant l'ère vulgaire.

Les navires à quatre rangs de rames furent imaginés par les Carthaginois; ceux à cinq par les habitans de Salamine, au rapport de Mnéségiton; Xénagoras dit que ceux à six rangs de rames furent imaginés par les Syracusains; les navires depuis six jusqu'à dix, par Alexandre-le-Grand, selon Mnéségiton. Cependant Philostéphanus assure que Ptolomée Soter fut le premier qui fit construire des navires à douze rangs de rames.

Environ 300 ans avant l'ère vulgaire, Démétrius Poliorcètes, fils d'Antigone, l'un des successeurs d'Alexandre-le-Grand, en fit construire à quinze et à seize rangs de rames. Quelque temps après, Hiéron de Syracuse en fit faire un à vingt rangs de rames. Ptolomée Philadelphe en fit construire deux à trente rangs; et enfin Ptolomée Philopator, qui régnait 221 ans avant l'ère vulgaire, voulant surpasser ses prédécesseurs, en fit construire un à quarante rangs de rames. Ce navire extraordinaire est le plus grand qui ait été exécuté tant par les anciens que par les modernes.

Avant d'entrer dans aucune discussion sur la possibilité de ces navires, contestée par plusieurs auteurs modernes, nous allons rapporter la traduction littérale des passages des anciens auteurs qui ont parlé de ceux de quinze, vingt, et quarante rangs de rames, ou files de rameurs.

Des navires à quinze et à seize rangs de rames, de Démétrius Poliorcètes. (Planche II, fig. 2.)

Plutarque, dans la vie de ce prince, dit que son goût pour les arts avait quelque chose de grand et digne d'un roi. On voyait briller dans tout ce qu'il entreprenait une magnificence qui faisait connaître son habileté, son génie et la grandeur de son courage. Les ouvrages qu'il entreprenait paraissaient être le résultat de l'opulence et de la magnanimité d'un grand roi. Leur grandeur, leur importance et leur somptuosité excitaient l'admiration de ses amis et même de ses ennemis (1).

Ce que je dis, ajoute Plutarque, est dans la plus exacte vérité, sans exagération ni flatterie. Ses navires à quinze et seize rangs de rames causaient l'étonnement de tous ceux qui les voyaient voguer le long des côtes. Leur légèreté et la facilité avec laquelle ils manœuvraient attiraient encore plus l'admiration que la beauté de leur forme.

Lysimachus, un des plus grands ennemis de Démétrius, était venu avec une grosse armee pour lui faire lever le siége de la ville de Soles en Cilicie, et ayant désiré voir ses navires et ses machines de guerre, d'après les récits qu'il en entendait faire, il envoya proposer à Démétrius une trêve pour les voir manœuvrer. Démétrius y consentit, et Lysimachus fut si émerveillé de la manœuvre de ces navires et de l'effet des machines de guerre, qu'il se réconcilia avec lui, et s'en retourna avec ses troupes.

(1) Vie des grands hommes de Plutarque, traduction de Dacier.

Le temps où ces navires furent construits, peut être regardé comme l'époque où la marine des Grecs et des Égyptiens était arrivée à son plus haut degré de perfection. Hiéron, Ptolomée Philadelphe, et Ptolomée Philopator firent dans la suite construire de plus grands navires, mais ils étaient plutôt d'ostentation que d'utilité, et on ne pouvait les considérer que comme des citadelles et des palais flottans.

Navire à vingt rangs de rames d'Hiéron, tyran de Syracuse.

Athénée, au livre V de son ouvrage intitulé *le Banquet des sophistes*, dit que Hiéron, qui se montra dans toutes les occasions l'allié fidèle du peuple romain, se distingua particulièrement par son amour pour les arts. Magnifique et avide d'honneur et de gloire, il se plut à faire construire des temples, des gymnases, et des navires de toutes espèces, surtout de ceux propres à transporter des blés. Mais le plus grand et le plus magnifique fut celui dont Moschion fait la description.

On tira de l'Etna, dit cet auteur, une si grande quantité de bois pour la construction de ce navire, qu'elle aurait suffi pour soixante trirèmes. Après que Hiéron eut fait rassembler tous les matériaux nécessaires, tels que les pièces de bois pour le fond et les côtés, les planches, les clous et autres pièces, il fit venir des peupliers d'Italie pour les rames, des cordages de l'Ibérie, des chanvres des bords du Rhône, et le surplus de tous côtés.

Ayant rassemblé un grand nombre d'ouvriers, il mit à leur tête Archias, architecte de Corinthe et lui recommanda de mettre la plus grande activité à ce travail. Il ve-

nait lui-même tous les jours pour encourager les ouvriers par sa présence. La moitié de ce navire c'est-à-dire la partie inférieure, fut achevée en six mois, on la doubla de lames de plomb à l'intérieur. Trois cents ouvriers furent occupés à tailler les bois, sans compter les manœuvres. A peine cette partie fut-elle terminée, que Hiéron voulut la faire transporter à la mer afin de l'éprouver, tandis qu'on travaillait à la partie supérieure. Mais voyant que les architectes n'étaient pas d'accord sur les moyens de la transporter, Hiéron eut recours au fameux Archimède, qui en vint à bout en faisant creuser un canal qu'il remplit d'eau par le moyen de plusieurs hélices, espèce de machine connue depuis sous le nom de vis d'Archimède, en sorte qu'avec peu de monde il conduisit cette partie inférieure jusqu'à la mer.

L'autre partie du navire fut également achevée en six mois, on employa pour réunir les pièces de bois, des boulons de cuivre qui pesaient depuis dix mines (1) jusqu'à quinze. Pour les placer on perçait des trous de tarrière qui traversaient les bordages et les pièces de bois du milieu, et, afin d'empêcher l'eau de pénétrer, on recouvrait les endroits où étaient ces boulons par des lames de plomb et des étoupes imbibées de poix.

Ce navire était à (1) vingt rangs de rames, l'intérieur était divisé en trois étages au-dessus du fond de cale, avec trois corridors ou coursiers pour le dégagement des pièces

---

(1) Depuis 9 livres 2 onces, jusqu'à 13 livres $\frac{3}{4}$ ou depuis quatre kilogrammes, 470 grammes, jusqu'à 6 kilogrammes 705 grammes. La mine attique vaut 8416 grains, ou 14 onces $\frac{11}{16}$ ou 14 onces, 4 gros, 64 grains, répondant à 447 grammes. (Métrolog. de Paucton.)

(2) Dans le texte grec εικοσορος (*eicosoros*) dans la version latine, *viginti remorum ordines.*

de chaque étage; on y communiquait par un grand nombre d'escaliers. L'étage du bas servait pour les provisions, celui du milieu pour les appartemens, et celui du haut pour les soldats et les armes. Le corridor de l'étage du milieu conduisait d'un côté à trente chambres à quatre lits; de l'autre à quinze chambres pour les matelots. Aux extrémités étaient trois salles à manger à trois lits et une cuisine du côté de la poupe. Le pavé de ces salles était en mosaïque, représentant toute l'Iliade d'Homère. Les plafonds, les portes et les lambris étaient travaillés avec beaucoup d'art et de perfection. A l'étage supérieur était un gymnase avec des portiques proportionnés à la grandeur du navire; autour étaient des jardins agréablement distribués et garnis de toutes sortes de plantes. On y voyait des berceaux et des cabinets de treillage couverts de vignes et de lierre blanc, dont les racines étaient dans des tonneaux remplis de terre. A l'extrémité on admirait un édifice consacré à Vénus, où l'on voyait une chambre à trois lits, dont le pavé était formé par un compartiment d'agates et des plus belles pierres précieuses qu'on avait pu trouver en Sicile; les lambris et le plafond étaient en bois de cyprès, les portes en cédre incrusté d'ivoire, et le surplus orné de peintures, de vases et de statues du plus beau travail. On y voyait encore un édifice appelé Scholastérion, contenant une salle à cinq lits pour se reposer, une bibliothéque et un appartement de bain. Les lambris et les portes étaient en buis.

Au sommet du fronton, on avait placé une espèce de cadran solaire appelé pôle, à l'imitation de celui qui est à l'Achradine (1). On voyait dans les bains trois chaudières

(1) La plus belle partie de la ville de Syracuse, située le long de la mer.

d'airain, et une cuve d'une seule pièce en pierre (1) tauroménite qui pouvait contenir cinq métrétès d'eau (2).

On avait aussi construit des logemens pour des cavaliers, leurs palefreniers et dix écuries, séparées et placées de chaque côté des bords, avec des greniers pour les fourrages, et des magasins pour les vivres des maîtres et de leurs valets.

Du côté de la poupe, on avait construit un grand réservoir qui contenait deux milles métrétès d'eau (3); ce réservoir était formé avec des planches revêtues de toiles enduites de poix. Auprès de là était un vivier doublé de tables de plomb et remplis d'eau de mer, dans lequel on nourrissait beaucoup de poissons. Les fours, les moulins, les cuisines, les bûchers et autres bâtimens à l'usage de ceux qui préparaient les vivres, étaient construits en dehors sur des pièces de bois en saillie espacées à peu de distance les unes des autres.

L'extérieur de ce navire était décoré par des figures (4)

---

(1) Espèce de marbre qui se tire des carrières près de *Tauromenium*, actuellement *Taormina*.

(2) Le métrétès est une mesure grecque, qui répondait, selon Paucton à un pied cube grec, ou 1504 pouces $\frac{3}{8}$ ou $\frac{1}{9}$ de muid, ou 31 pintes $\frac{1}{3}$; et en nouvelles mesures 0,02979 1 de mètre cube ou trente litres. Ainsi les cinq métrétès que contenait cette cuve répondaient à 4 pieds $\frac{610}{1728}$ un peu plus d'un demi-muid, ou quatre voies d'eau, répondant à 150 litres.

(3) 219 muids ou 59 mètres $\frac{403}{1000}$ cubes ou 1752 pieds cubes $\frac{2}{3}$.

(4) Le texte grec dit :

Ἄτλαντες τε πορίξεκον τλὶὺ ναῦν ἐκτὸς ἔξαπήχεις, οἳ ουτοῖ ογκους ὑπειλήφει ςαμ ουτοῖ ακώτάτω καὶ τὸ τριγλυφον.

Le texte latin :

Atlantes cubitorum sex molem summi tabulati et trigliforum suscipientes.

d'Atlas de six coudées (1) de haut, placées à des distances égales pour soutenir la saillie des planchers supérieurs. Les espaces entre ces figures, formaient trois ouvertures pour le passage des rames. Le surplus était orné de peintures fort agréables qui attiraient les regards des spectateurs.

Le dessus était fortifié par huit tours proportionnées à la grandeur du navire, savoir, deux à la poupe, deux à la proue, et les autres dans l'intervalle. Elles étaient garnies de créneaux et d'ouvertures pour jeter des pierres sur les assiégeans. Chaque tour était défendue par quatre soldats armés de toutes pièces et de deux archers. L'intérieur de ces tours était rempli de pierres et de traits.

Le long des bords du navire était une espèce de mur ou rempart sur lequel on avait placé trois espèces de machines inventées par Archimède. Les unes pouvaient lancer des pierres du poids de trois talens (2), les autres des dards de douze coudées (3) de longueur, à la distance d'une (4) stade, et enfin d'autres soutenaient de grosses poutres suspendues avec des chaînes, qui sortaient par des trous pratiqués dans cette espèce de rempart. Ce navire avait trois mâts à chacun desquels on avait ajusté des espèces d'échafauds char-

---

(1) Si c'étaient des coudées grecques, ces figures devaient avoir 8 pieds 7 pouces $\frac{1}{5}$, ou 2 mètres 790 millimètres.

(2) Le talent valait 60 mines de chacune 14 onces $\frac{11}{16}$ ou 447 grammes, ce qui donne pour le talent 54 livres 12 onces $\frac{3}{4}$ ou 26 kilogrammes, 825 grammes. Ainsi les pierres de trois talens répondaient à 164 livres 6 onces $\frac{1}{4}$ ou à 80 kilogrammes, 475 grammes.

(3) La coudée grecque étant de 17 pouces $\frac{5}{16}$ ou 465 millimètres, ces dards avaient 17 pieds 2 pouces $\frac{1}{4}$ ou 5 mètres 58 centimètres.

(4) Le stade était de 600 pieds grecs ou 625 pieds romains, répondant à 572 pieds 11 pouces ou 95 toises 2 pieds 11 pouces, ou à 186 mètres justes.

gés de pierres et de balles de plomb, pour les lancer contre les assaillans.

On avait encore ajouté en dehors un retranchement avec des pointes de fer, pour empêcher l'ennemi de venir à l'abordage, et des corbeaux de même métal pour être lancés sur les navires ennemis, les accrocher et les exposer au jeu de toutes les machines.

Il y avait sur chacun de ces remparts soixante jeunes gens armés de toutes pièces, et autant autour des mâts pour fournir des pierres à ceux qui étaient placés sur les plate-formes. On avait encore ajusté aux mâts des hunes en cuivre, ou l'on pouvait aussi placer des soldats; et des petits garçons leur fournissaient des pierres et des traits qu'ils faisaient monter dans des paniers avec des poulies.

On donna d'abord à ce navire le nom de Syracusain; il avait quatre ancres de bois et huit de fer. Comme il ne se trouva pas en Sicile de port où ce navire pût être en sûreté, Hiéron se détermina à en faire présent à Ptolomée Philadelphe, qui régnait alors en Égypte, et changea son nom en celui d'Alexandrin. Il fit accompagner ce navire de plusieurs autres de moindre grandeur. Le principal était un *Cercure* qui n'allait qu'à rames, et dont la charge était de trois mille talens (1). A ce navire étaient joints plusieurs autres dont la charge n'était que de quinze cents talens (2).

Ptolomée Philadelphe, à qui ce navire fut envoyé, était parvenu à se former une marine plus considérable que celle de tous les autres souverains. Elle était composée de deux navires à trente rangs de rames; un à vingt; quatre à treize;

(1) 164390 livres, c'est-à-dire plus de 82 tonneaux.
(2) 41 tonneaux.

deux à douze; quatorze à onze; trente à neuf; trente-sept à sept; cinq à six; dix-sept à cinq; trente-quatre à trois et quatre rangs, sans compter plus de quatre mille navires ordinaires qu'il envoyait dans les îles et les villes maritimes de sa domination.

Du navire à quarante rangs de rames de Ptolomée Philopator. (Pl. II. fig. 1, et pl. III. fig. 1 et 2.)

Callixène, Plutarque et Athénée, s'accordent à dire que ce navire avait 280 coudées égyptiennes (1) de longueur, sur 38 coudées de (2) largeur entre les parodons (3).

La hauteur de l'acrostolion ou ornement de la proue était de 48 coudées (4), et celle de l'aphlaston, ou ornement de poupe de 53 coudées (5).

Les plus grandes rames des Thranites avaient 38 coudées (6); elles étaient cependant faciles à manœuvrer, parce qu'on avait ajusté à l'extrémité de leur manche une masse de plomb qui les mettait en équilibre sur leur point d'appui.

Ce navire avait quatre gouvernails de chacun 30 coudées (7). Il avait deux poupes, et deux proues garnies de sept éperons de différentes grandeurs; le plus grand de ces éperons était au milieu; enfin ce navire dont la hauteur était di-

---

(1) La coudée Égyptienne étant de 19 pouces $\frac{4}{5}$, les 280 coudées répondent à 463 pieds ou 150 mètres.

(2) 62 pieds 8 pouces $\frac{4}{10}$ ou 20 mètres 401 millimètres.

(3) Espèces d'appuis ou de dégagemens qui séparaient les rameurs.

(4) 79 pieds, 2 pouces $\frac{4}{10}$

(5) 87 pieds 5 pouces $\frac{4}{10}$.

(6) 62 pieds 8 pouces $\frac{4}{10}$.

(7) 49 pieds 6 pouces.

visée par douze planchers, excitait l'admiration autant par sa grandeur que par la beauté de sa forme et la richesse de ses ornemens.

La poupe et la proue étaient décorées de figures d'animaux de 12 coudées (1); on y remarquait des parties peintes à la cire en diverses couleurs qui produisaient un effet très-agréable.

La partie extérieure des rames jusqu'à l'appui autour duquel elles se mouvaient, était ornée de branches et de feuillages de lierre peints de la même manière, ainsi que tout ce qui était à l'usage de ce navire.

Lorsque Ptolomée eut pourvu à l'équipement de ce navire, et qu'il voulut l'éprouver sur la mer, il fallut plus de quatre mille rameurs (2) et quatre cents matelots pour le faire mouvoir; il contenait en outre trois mille huit cent cinquante soldats pour garnir le tillac et les bords, et un très-grand nombre de personnes employées pour préparer et distribuer les vivres et pour d'autres fonctions; elles étaient placées à l'intérieur sur des bancs.

Les préparations et les machines pour conduire ce navire du chantier où il avait été construit jusqu'à la mer, employèrent autant de bois qu'il en aurait fallu pour fabriquer cinquante navires à cinq rangs de rames. Cette opération fut faite au milieu des acclamations du peuple et d'une multitude d'hommes occupés à traîner ce navire au son des trompettes.

---

(1) 19 pieds 9 pouces $\frac{6}{10}$ ou 6 mètres 432 millimètres.

(2) C'est-à-dire quarante files de cinquante rameurs de chaque côté. (M. Lefebvre de Villebrune ne porte ce nombre qu'à trois mille, mais le grec porte *tetra killon* qui veut dire quatre mille.)

Pour le mettre à l'abri des grandes agitations de la mer, un Phénicien trouva le moyen de creuser un bassin assez grand pour le contenir. Sur le fond solidement construit en pierres de tailles, il établit dans le sens de la longueur deux espèces de murs ou massifs parallèles de cinq coudées (1) de hauteur, formant un canal dans le milieu, sur lequel il posa en travers de grosses poutres à une certaine distance les unes des autres, dont les extrémités étaient entaillées de leur épaisseur dans ces massifs, en sorte qu'il ne restait que quatre coudées du dessous de ces poutres au fond du canal. Ayant ensuite introduit l'eau de la mer dans ce bassin elle en remplit toute la capacité, de manière à pouvoir y faire entrer le navire à flot au-dessus du plancher, en le tirant à l'aide d'un certain nombre d'hommes. Lorsqu'il fut introduit, il fit fermer l'ouverture, par ou l'eau de la mer était entrée, et parvint avec des pompes, à vider toute l'eau qu'il contenait, de manière que ce navire en descendant doucement se trouva posé sans secousse sur les poutres où il restait à sec et à l'abri de tout danger. Il ne s'agissait pour le faire sortir, que de lever les portes d'écluses qui fermaient l'entrée du bassin du côté de la mer, laquelle en rentrant dans le bassin, le remettait à flot.

Ptolomée Philopator fit construire un autre bâtiment pour naviguer sur le Nil, qu'il appela Thalamègue. Il avait une demi-stade ou 400 coudées (2) de longueur, sur 30 coudées (3) dans sa plus grande largeur. Sa hauteur au-des-

(1) 8 pieds 3 pouces.

(2) 660 pieds ou 110 toises, ou 214 mètres 394 millimètres.

(3) 49 pieds 6 pouces, ou 10 mètres 79 millimètres.

sus de l'eau était de près de 40 coudées (1), en y comprenant celle de la tente ou pavillon qu'on dressait sur le tillac. Mais ce bâtiment était plutôt un palais flottant qu'un navire; on y voyait des galeries, des portiques, des temples, des appartemens et des salles de la plus grande magnificence dans le genre de ceux du navire de Hiéron, dont nous avons donné la description, et qui avait peut-être servi de modèle aux grands navires de Ptolomée Philadelphe et de Ptolomée Philopator.

De la marine des Romains et des Carthaginois.

Les Romains ne commencèrent à avoir une marine que vers le temps de la première guerre punique, environ 264 ans avant l'ère vulgaire. Celle des Carthaginois était alors considérable, mais leurs navires n'approchaient pas de la grandeur et de la magnificence de ceux des Égyptiens et des Grecs. L'expérience leur avait fait préférer des dimensions moins grandes et des formes plus simples comme étant plus propres à la navigation. Leurs plus grands navires de guerre n'avaient que cinq rangs de rames. Ceux des Romains furent d'abord grossièrement construits et difficiles à manœuvrer; mais dans la suite ils parvinrent en adoptant la forme des navires carthaginois, à leur donner la beauté et l'élégance de ceux des Grecs.

Les plus grands navires qu'ils construisirent furent des sextirêmes, c'est-à-dire, à six rangs de rames.

La dernière bataille navale où l'on ait fait usage de na-

(1) 66 pieds ou 21 mètres 439 millimètres.

vires à plus de six rangs de rames est celle d'Actium, qui fut gagnée par Auguste, l'an 31 avant l'ère vulgaire. On lit dans la vie de Marc-Antoine par Plutarque, qu'il avait rassemblé plus de cinq cents navires, parmi lesquels il s'en trouvait de huit à dix rangs de rames. Auguste n'avait que deux cent cinquante navires, dont les plus grands étaient des sextirèmes, mais ils étaient bien armés et garnis d'un nombre suffisant de rameurs exercés; tandis qu'Antoine qui en manquait, fut obligé de prendre toutes sortes de gens peu accoutumés à cet exercice (1), tels que des voyageurs, des muletiers, des moissonneurs et des jeunes garçons. Dans cet état de dénûment, il se trouva forcé d'user d'un stratagème qui lui réussit, pour empêcher Auguste de s'emparer de sa flotte, qui était à l'ancre dans le fond du golfe d'Arta. Il plaça sur les ponts supérieurs tous les gens qu'il avait pu rassembler pour servir de rameurs, et fit élever les rames des deux côtés, comme si elles étaient prêtes à manœuvrer. Cette disposition aperçue de loin par Auguste le trompa et fut cause qu'il se retira.

Mais quand il fallut réellement combattre, Antoine ne trouva de rameurs que pour deux cents navires qu'il choisit entre les plus grands et les plus forts, et fit brûler les autres, à la réserve de soixante qu'il laissa à Cléopâtre.

Florus parlant pour Auguste, dit: Nous n'avions pas

(1) Les Grecs et les Romains exerçaient leurs rameurs avec beaucoup de soin pour parvenir à les faire manœuvrer ensemble d'une manière uniforme sans s'embarrasser; ils avaient un cri pour plonger la rame tous en même temps, et pour aller plus vite ou plus lentement; souvent cela se faisait en chantant, quelquefois au son de la flûte ou de quelque autre instrument. (*Antiq. de Montf. tome VIII, page* 271.)

moins de quatre cents vaisseaux; les ennemis n'en avaient pas plus de deux cents, mais la grandeur de ces vaisseaux compensait le nombre.

Ils étaient de six à neuf rangs de rames, munis de tours à plusieurs étages; on les aurait pris pour des châteaux ou des espèces de villes flottantes. La mer gémissait sous leur poids, et les vents avaient de la peine à les faire mouvoir : l'énormité de leur masse fut la cause de leur perte.

Ceux d'Auguste plus légers étaient plus propres à toutes les évolutions nécessaires pour attaquer, se retirer et éviter l'abordage; en se réunissant plusieurs contre une de ces lourdes masses inhabiles à toute manœuvre, ils venaient à bout de les détruire et de les disperser, en brisant les rames et les gouvernails, et à les incendier en y jetant des matières inflammables.

Antoine, plus habile pour les combats de terre que pour les combats de mer, avait pensé que ses soldats en combattant de dessus ces grands navires, comme de dessus les murs d'une citadelle, viendraient facilement à bout des bâtimens de César; en effet ils avaient l'avantage toutes les fois qu'ils pouvaient les accrocher; et si ces navires construits de grosses poutres carrées réunies par de forts liens de fer, et dont les proues étaient garnies d'éperons d'airain très-forts, n'eussent pas été dérangés et dispersés, d'abord pour suivre la flotte d'Auguste qui feignit de fuir afin de les attirer au large, et ensuite pour donner passage aux soixante navires de Cléopâtre, lorsqu'elle se retira, César n'aurait peut-être pu obtenir la victoire.

Végèce prétend que les navires qui contribuèrent le plus au gain de la bataille d'Actium, furent ceux des Liburniens,

peuples de la Dalmatie, sur les bords de la mer Adriatique, ou golfe de Venise; ce peuple exerçait la piraterie avec des navires très-légers. Ce succès fut cause que les Romains adoptèrent dans la suite leur forme, comme ils avaient auparavant imité celle des navires carthaginois; ces bâtimens perfectionnés furent désignés sous le nom de liburnes. Végèce dit qu'ils étaient de différentes dimensions, les moindres n'avaient qu'un seul rang de rames, et ceux au-dessus avaient depuis trois jusqu'à quatre et cinq rangs de rameurs ou de gradins, en raison de leur grandeur. (Pl. I fig. 3.)

Par la manière dont s'exprime Végèce (1), il paraît que de son temps, c'est-à-dire, sous l'empire de Justinien, vers l'an 375, on n'avait déjà plus d'idée des navires à cinq rangs de rames; car en parlant de ces derniers, il dit qu'on ne doit pas être étonné de ce nombre, puisqu'à la bataille d'Actium, il y en avait à six rangs et au-dessus.

Zozime, historien grec, qui vivait sur la fin du cinquième siècle, en parlant de Fravita, général des empereurs Arcadius et Honorius, dit qu'il eut soin de rassembler plusieurs liburnes, et à ce sujet il remarque qu'elles allaient aussi vite que les navires à cinquante rames, mais beaucoup moins vite que les trières dont il y avait déjà long-temps qu'on ne faisait plus usage.

Ces liburnes étaient probablement des navires à deux et

---

(1) Texte de Végèce :

Quod ad magnitudinem pertinet, minimæ liburnæ remorum habent singulos ordines, paulò majores binos; idoneæ mensuræ ternos vel quaternos, interdum quinos sortiuntur remigum gradus.

trois rangs de rames, de même genre que ceux que l'empereur Léon désigne sous les noms de trières et de dromones dans la dix-neuvième de ses institutions militaires (tome II, page 138), où il s'exprime ainsi : « Chaque dromone doit avoir une largeur proportionnée à sa longueur, avec deux rangs de rames, l'un en haut et l'autre en bas, et pour chaque banc vingt-cinq rameurs de chaque côté, ce qui fait en tout cent rameurs.

» Chaque dromone aura son préfet, un lieutenant, un porte-enseigne et deux pilotes pour gouverner. Les deux rameurs les plus près de la proue seront de plus chargés, l'un de la pompe, et l'autre de jeter l'ancre. Le pilote qui gouvernera la proue doit être assis dans l'endroit le plus élevé et bien couvert d'armes défensives. Le siége du préfet sera vers la poupe, dans un lieu isolé et à l'abri des traits, d'où il puisse tout voir et donner ses ordres.

» On pourra faire des dromones plus grandes, c'est-à-dire, à trois rangs, qui tiennent deux cents hommes et même plus s'il est nécessaire. Cinquante seront pour les bancs d'en bas, et cent cinquante pour les bancs d'en haut. Ces derniers seront tous armés pour combattre. »

D'après cette description, il paraît que ces dromones étaient des espèces de trirèmes, dont l'usage s'était conservé sous un nom différent.

Plus de 400 ans après le règne de Léon, vers l'an 1534, sous l'empire du jeune Andronic, Jean Cantacuzène, son principal ministre, homme d'un génie supérieur, forma une flotte de cent cinq navires, parmi lesquels il s'en trouvait à deux et trois rangs de rames. C'est la dernière époque où il soit fait mention de navires à plusieurs rangs de rames. Depuis ce temps on a cherché à remplacer ces navires par

les galères à un seul rang de rames, à chacune desquelles on appliquait plusieurs rameurs. On attribue cette idée au fameux André Doria, amiral de Charles-Quint; il passe pour le premier qui ait mis quatre hommes à chaque rame.

Dans les galères de France, on appliquait six hommes à chacune des rames, placées en arrière du grand mât, et cinq hommes à celles placées en avant. La galère dite réale avait un homme de plus à chaque rame.

De la disposition des rames dans les navires des anciens à plusieurs rangs.

Après avoir rapporté ce qui se trouve de plus intéressant dans les anciens auteurs sur les navires, nous allons examiner quelle pouvait être leur disposition. Cet objet a occasioné de très-grandes discussions entre les savans et les auteurs modernes qui ont écrit sur la marine des anciens. Les uns se sont occupés à rassembler tout ce qui se trouve dans les écrits des auteurs de l'antiquité; les autres ont profité du travail des premiers pour hasarder des explications et des conjectures sur la disposition des rangs de rames, surtout dans les fameux navires de Démétrius, de Hiéron, et des Ptolomées.

Comme il ne nous est parvenu aucun dessin ni aucune représentation de ces navires extraordinaires, rien ne serait si difficile que de se faire une idée exacte de leurs dispositions et de former des conjectures probables à cet égard, d'après ce que disent les historiens et les littérateurs, si on n'avait pas trouvé des restes de peintures, des bas-reliefs, et des médailles antiques qui, en représentant l'extérieur de

quelques navires, donnent des renseignemens précieux sur la manière dont étaient placés les rangs de rames, les uns au-dessus des autres. (Pl. I, fig. 1, 2 et 4; et pl. IV, fig. 1, 2, 3 et 4). Ces représentations, surtout celles des bas-reliefs, qui sont sur une échelle plus grande, sont plus propres à donner une idée de la forme des navires que des volumes de commentaires.

Cependant on convient que dans ces représentations les figures d'hommes sont beaucoup trop grandes relativement aux navires où elles se trouvent; mais il est bon d'observer que tous les objets représentés dans les bas-reliefs antiques sont composés de manière à pouvoir être distingués, sans confusion à une certaine distance. Ainsi, dans la colonne Trajane, quoique les différens objets qui y sont représentés soient beaucoup trop grands ou trop petits les uns par rapport aux autres, chacun pris séparément paraît avoir la proportion qui lui convient.

Les figures d'hommes et de chevaux ayant toutes leurs parties en proportion, on peut croire qu'il en est de même des navires considérés seuls, relativement aux parties dont ils se composent, telles que les poupes et les proues, ainsi que les divisions de hauteur, qui marquent les rangs de rames, les cordons ou précintes, les appuis qui régnaient autour du tillac, ou pont supérieur. Quand à la longueur de ces navires, comme le milieu se compose de parties qui se répètent, on a pu se contenter d'indiquer quelques-unes de ces parties, sans dénaturer la forme générale. Sans cet accord de convenance, ces représentations auraient choqué la vue des contemporains qui avaient les originaux sous les yeux, ou pouvaient en avoir vu de semblables; d'où il résulte qu'elles peuvent servir à donner une idée des navires des anciens.

Je pense que les navires représentés dans les bas-reliefs de la colonne Trajane sont de ceux que les Romains désignaient sous le nom de liburnes, et qu'ils avaient adoptés depuis la bataille navale d'Actium. Il est essentiel de remarquer que dans ces bas-reliefs il n'y a qu'un rameur à chaque rame, et que la manière dont il la tient, une main tournée en dessus et l'autre en dessous (pl. IV, fig. 3 et 4), prouve que l'inclinaison des rames approchait plus de la ligne verticale que de la ligne horizontale.

Ce qui a induit en erreur les auteurs modernes et les commentateurs qui ont écrit sur les vaisseaux à plusieurs rangs de rames des anciens, c'est qu'ils ont voulu les comparer aux galères modernes, où l'on applique plusieurs rameurs à une même rame, ce qui exige une inclinaison qui approche plus de la ligne horizontale que de la verticale.

Les navires des anciens considérés par rapport à leur forme, se distinguent en trois classes. Ceux de la première étaient appelés navires ronds, parce que leur carène était renflée et que la longueur de leurs côtés était en ligne courbe. Ces navires servaient pour le commerce, et allaient plus souvent à la voile qu'à la rame. La seconde classe comprenait les navires longs, qui ne servaient que pour la guerre. Leur fond était plat, leur carène peu renflée, et la longueur de leurs côtés en ligne droite. Ils étaient plutôt faits pour aller à la rame qu'à la voile.

Les navires de la troisième classe avaient une forme mixte, qui tenait des deux autres; ils servaient particulièrement pour le transport des bagages, des hommes et des chevaux. C'est pourquoi il y en avait toujours à la suite des armées de terre et de mer.

Comme les navires de la première et de la troisième

classe n'offrent aucune difficulté, soit par rapport à leurs formes qui se trouvent représentées dans plusieurs peintures et bas-reliefs antiques, soit par rapport à leurs usages suffisamment expliqués dans les auteurs : mon objet dans ce mémoire, n'est que d'examiner ceux de la seconde classe, et surtout ceux à plusieurs rangs de rames. Leur disposition est un problème dont personne n'a donné jusqu'à présent de solution satisfaisante.

Avant de proposer les moyens que j'ai imaginés pour résoudre ce problème, en indiquant une disposition qui prouve la possibilité des navires à dix, douze, quinze, vingt, trente et quarante rangs de rames, que les plus habiles commentateurs ont regardés comme absurdes et impraticables; je vais rapporter et discuter différens systèmes imaginés par les auteurs qui ont écrit sur cet objet.

Je fais remarquer que la difficulté consiste à trouver de quelle manière pouvaient être placés un si grand nombre de rames, et les rameurs qui les faisaient agir; et que pour y parvenir il faut éclaircir les questions suivantes :

Les rangs de rames étaient-ils placés les uns au-dessus des autres dans le sens de la hauteur, ou les uns à côté des autres dans le sens de la longueur?

Les rameurs étaient-ils divisés par étages? Chacun de ces étages comprenait-il plusieurs rangs de rameurs?

Quelle pouvait être la distance entre chaque rang de rames? N'y avait-il qu'un rameur à chaque rame, ou le nombre des rameurs était-il proportionné à la longueur des rames?

Le plus grand nombre des savans et des commentateurs qui se sont occupés de ces questions, pensent que les rangs de rames étaient placés les uns au-dessus des autres. Ils

citent à l'appui de leur opinion un grand nombre de passages d'anciens auteurs grecs, qui ne peuvent être expliqués que par cette disposition, indépendamment des peintures, des médailles et des bas-reliefs antiques, qui le prouvent d'une manière évidente, qui n'a pas besoin de commentaire et qui doit prévaloir sur les raisonnemens les plus subtils.

Les premiers navires longs ne furent d'abord que des espèces de bateaux découverts qui avaient, vers la proue et vers la poupe, des parties de planchers où se plaçaient les soldats pour combattre. Les plus petits avaient de chaque côté dix rames et les plus grands jusqu'à cinquante. Les Grecs les distinguaient par des noms qui indiquaient le nombre de rames. Ainsi ceux à dix rames de chaque côté étaient appelés *deceiros;* ceux à vingt, *eicoros;* ceux à trente, *triakontoros;* ceux à quarante, *tessarakontoros*.

Parmi les navires à plusieurs rangs de rames, ceux dont les anciens faisaient le plus d'usage, étaient les trières ou trirèmes; souvent par ce mot seul, ils désignaient un navire de guerre, quelque fût sa grandeur. Ce fréquent usage des trirèmes donna occasion de les perfectionner, en sorte que depuis Animoclès, qui en fut l'inventeur, elles éprouvèrent plusieurs changemens et des combinaisons différentes. Ce n'était d'abord que des espèces de grands bateaux, appelés par les Grecs *aphractos* qui n'étaient pontés qu'à la poupe et à la proue, dans lesquels tous les rameurs étaient à découverts.

Pline nous apprend que ce furent les Thasiens qui, les premiers, les firent couvrir d'un pont, dans toute leur étendue, afin de mettre les rameurs à l'abri, et de pouvoir combattre dessus de pied ferme. Les Athéniens en adop-

tant ces navires, les perfectionnèrent encore après la bataille de Salamine. C'est peut-être à cette époque qu'on distingua, par des noms différens, les rangs de rameurs qui les faisaient aller. Ceux d'en bas furent nommés *thalamites*, parce qu'ils étaient assis sur le plancher, ou des siéges très-bas, appelés *thalamos;* ceux du rang du milieu placés sur des bancs plus élevés appelés *ziga*, furent nommés *zigites*. Enfin ceux placés sur le tillac, ou dans l'étage le plus élevé, furent désignés sous le nom de *thranites*. (Planche VII, fig. 9.) Il est probable qu'ils ramaient debout et qu'ils étaient en même temps soldats. Cette conjecture est fondée sur ce que, dans plusieurs médailles, bas-reliefs et peintures antiques, on voit ces *thranites* au-dessus du bord du navire, et dans quelques-unes on remarque leurs boucliers accrochés à l'appui qui régnait autour des bords (planche V, fig. 3); ce qui porte à croire que, lorsque deux navires ennemis étaient près l'un de l'autre, les *thranites* quittaient leurs rames pour combattre. Cette explication a été placée ici pour faire juger de la valeur d'un passage cité par ceux qui prétendent que les rangs de rameurs étaient disposés suivant la longueur du navire. Ce passage est du second scoliaste d'Aristophane qui paraît être des bas siècles. Ce commentateur ou grammairien dit, en parlant des trois rangs de rameurs, que les *thranites* étaient placés vers la poupe, les *thalamites* vers la proue, et les *zigites* dans le milieu. Mais cette explication se trouve contredite par un premier scoliaste du même auteur, qui s'accorde à dire, avec tous les auteurs des anciens lexicons, que dans les *trières*, les rameurs placés à la partie la plus basse du navire étaient nommés *thalamites;* ceux du haut *thranites*, et ceux des rangs intermédiaires, *zigites*. Il pa-

raît que le second scoliaste n'avait aucune idée des *trières*, ni des représentations qui se trouvent dans les médailles, et les monumens antiques, car on ne trouve dans aucun autre écrit, ni dans aucune représentation des rameurs à la poupe ni à la proue.

Les partisans de ce système se fondent sur la difficulté ou plutôt sur l'impossibilité de placer, comme dans le navire de Ptolomée Philopator, quarante rangs de rames et même quinze ou seize au-dessus les uns des autres comme dans ceux de Démétrius Poliorcètes, mais cette difficulté n'est fondée que sur la manière dont ils imaginent qu'ils étaient placés. On convient avec eux qu'en supposant 3 coudées entre chaque rang de rames placés les uns au-dessus des autres et deux pour l'élévation du premier rang au-dessus de l'eau, le point d'appui du quarantième rang de rames du navire de Ptolomée Philopator aurait été élevé de 119 coudées, mesurées verticalement, et qu'en supposant les rames inclinées de 45 degrés, leur partie extérieure aurait été de 168 coudées, sans y comprendre le manche ni la partie qui trempait dans l'eau, ce qui aurait porté leur longueur à plus de 180 coudées. Il est évident que, dans cette supposition, un navire de quarante rangs de rames et même ceux de quinze et de vingt rangs seraient impossibles. Mais l'auteur qui donne la description du navire à quarante rangs de rames de Ptolomée Philopator, dit formellement que les plus longues rames des *thranites* navaient que 38 coudées, ce qui prouve un autre arrangement que celui dont nous venons de parler; car, en ne supposant qu'une coudée entre chaque rang de rames, il était impossible d'en placer quarante: mais cette impossibilité ne peut être que relative et ne préjuge rien sur les

autres dispositions qui pourraient s'accorder avec des rames de 38 coudées de longueur, combinées d'une autre manière.

Ceux qui fondent leur système sur le passage du second scoliaste d'Aristophane divisent la longueur du navire en trois parties. Ils placent dans chaque division un nombre de rames égal à celui exprimé par le nom du navire. Ainsi, pour un navire à deux rangs de rames, ils ne supposent que deux rames à la poupe, deux à la proue et deux dans le milieu, en tout douze rames pour les deux côtés, c'est-à-dire, beaucoup moins que dans les navires à un seul rang de rames, qui en avaient depuis vingt jusqu'à cinquante.

Pour les *trirèmes*, ils ne supposent que trois rangs à la poupe, trois à la proue et trois dans le milieu, ce qui fait dix-huit rames pour les deux côtés; tandis que, d'après les anciens auteurs, elles avaient de cent vingt à cent cinquante rames.

Par ce système, les *penthères*, ou navires à cinq rangs de rames, qui, selon Polybe, avaient trois cents rameurs, n'en auraient eu que trente. Et, enfin, le navire de Ptolomée Philopator, à quarante rangs de rames, n'aurait eu que deux cent quarante rameurs au lieu de plus de quatre mille qu'il avait d'après les témoignages d'Athénée et de Plutarque. Ce système, soutenu par Baïf, Stevechius et plusieurs autres, a été modifié par M. Deslandes, qui place dix rameurs au lieu de trois dans chaque partie des *trirèmes* divisées en trois suivant leurs longueurs. Il suppose chacune de ces divisions élevée d'environ 3 ou 4 coudées les unes au-dessus des autres. Quant aux navires à plus de trois rangs de rames, il présume qu'on pouvait partager chacune

de ces divisions en deux, trois ou quatre parties disposées en forme de gradins (Pl. V, fig. 1 et 2); mais M. Deslandes n'a pas fait attention que cet arrangement n'ajoute rien pour le nombre des rames aux navires à un seul rang, et qu'il a le désavantage d'avoir des rames inutilement plus longues les unes que les autres, et que cette quantité de gradins qu'aurait formé le pont supérieur dans la longueur du bâtiment, en aurait rendu la communication et le service plus difficiles, plus longs, et quelquefois dangereux, et même qu'il n'aurait pas eu la stabilité nécessaire pour se soutenir sur l'eau. C'est pour obvier à tous ces inconvéniens que M. Joly de Maizeroy, qui a aussi adopté ce système (1), le combine avec celui des étages placés au-dessus les uns des autres. Ainsi, pour former une *trirème* (Pl. VI, fig. 3), il divise la longueur du navire en deux parties, dont celle du côté de la poupe est plus élevée que celle du côté de la proue. Dans la première, il ne place qu'un seul rang de rameurs et dans l'autre deux. Pour une *quadrirème* (fig. 4), il place deux rangs vers la poupe et deux rangs vers la proue, qui ne sont distingués qu'en ce que ceux de la poupe sont plus élevés; mais il est aisé de voir que ces prétendus quatre rangs n'équivalent qu'à deux rangs qui régneraient dans toute la longueur, et qu'ils ont, comme nous l'avons déjà observé, le désavantage d'avoir inutilement des rames plus longues les unes que les autres, et même de ne pouvoir se tenir sur l'eau.

Il forme une *quinquirème* (fig. 5) en mettant trois rangs à la poupe et deux à la proue.

Pour l'*exère*, ou *sextirème* (fig. 6), il place trois rangs

(1) Institutions militaires de l'empereur Léon, tome II, planche 11.

du côté de la poupe et trois vers la proue, qui ne diffèrent que parce que chaque rang de la poupe est d'environ deux coudées plus élevé que ceux de la proue.

Pour la *septirème* (fig. 7) il divise la longueur du navire en trois parties; dans celle du côté de la poupe, il place deux rangs de rames; dans celle du milieu, il en place trois, et deux du côté de la proue. Les rangs du côté de la poupe sont les plus élevés et ceux de la proue sont les plus bas, en sorte que le rang inférieur de cette partie est au même niveau que le rang inférieur de la partie du milieu. Il est facile de voir que, par cet arrangement, la *quinquirème* ne forme réellement que deux rangs et demi, la *sextirème* trois, et la prétendue *septirème* deux et un tiers. Pour former un plus grand nombre de rangs, M. de Maizeroy propose, comme M. Deslandes, de subdiviser chaque partie en deux ou trois rangs disposés en gradins; mais alors il retombe dans les mêmes inconvéniens qu'il a reprochés à M. Deslandes.

Scheffer (1) et Paulmier, en latin *Palmérius*, ont proposé un autre système dans lequel ils combinent la hauteur avec la longueur. Ce système est fondé sur la représentation des liburnes à deux ou trois rangs de rames que l'on voit dans plusieurs bas-reliefs antiques et principalement sur la colonne Trajane, où l'on remarque que les rames sont placées en échiquier, c'est-à-dire, que les rames de chaque rang répondent au milieu de l'intervalle de celle

(1) Scheffer a publié son ouvrage sur les navires des anciens, en. . 1654.
Paulmier, nommé en latin *Palmérius*, en. . . . . 1668.
Vossius, en. . . . . 1675.
et Fabretti, en. . . . . 1683.

des rangs inférieurs et supérieurs. Cette disposition apparente leur a fait imaginer que les rameurs étaient placés sur des gradins en forme d'escaliers placés les uns au-devant des autres, dans le sens de la longueur; ils comptent les rangs de rames par celui des rameurs assis sur chacun de ces escaliers séparés. Chaque gradin devait avoir assez de largeur pour asseoir le rameur et placer les pieds de celui assis sur le gradin supérieur, comme on le voit par la figure première de la planche VII. *Palmerius* donne 1 pied $\frac{1}{4}$ de hauteur à chaque gradin sur 1 pied $\frac{1}{4}$ de largeur; il éloigne ces espèces d'escaliers de manière qu'il se trouve cinq hauteurs de gradins ou 6 pieds $\frac{1}{4}$ entre les rameurs placés immédiatement les uns au-dessus des autres, et cinq largeurs de gradins, ou 8 pieds $\frac{1}{4}$ entre les rameurs, placés à la même hauteur.

D'après cette disposition, il ne faudrait, pour un navire à neuf rangs de rames, que 11 pieds $\frac{1}{4}$ de hauteur perpendiculaire, à laquelle ajoutant 2 pieds $\frac{1}{4}$ pour l'élévation du point d'appui des rames d'en bas au-dessus de l'eau, on trouve pour la hauteur perpendiculaire de l'appui des rames du plus haut rang, 14 pieds. Si l'on suppose les rames inclinées de 45 degrés, la partie comprise depuis le point d'appui jusqu'à l'eau aurait 19 pieds $\frac{1}{4}$ de longueur, à laquelle il convient d'ajouter au moins 2 pieds et $\frac{1}{4}$, pour la partie plongée dans l'eau, ce qui donne, pour la partie extérieure de la rame, 22 pieds sans le manche; et, comme il ne saurait être moindre de 7 pieds, on aurait, pour la longueur entière du neuvième rang de rames, 29 pieds; c'est à peu près la longueur de celles des galères ordinaires, en supposant que le pied dont il s'agit est le pied du Rhin (ce qui paraît probable parce que l'ouvrage a été imprimé

à Leyde, et que l'auteur y demeurait). *Fabretti*, qui a adopté cette opinion, pensa avec raison que la largeur des gradins ne serait pas assez grande pour permettre à un rameur de s'asseoir au devant des pieds de celui du gradin supérieur; il pense qu'il faut au moins 2 pieds 8 pouces en conservant la même hauteur de gradin (fig. 2).

En faisant l'application de son système au navire de seize rangs de rames de Démétrius Poliorcètes, il trouve que les plus élevées seraient à 26 pieds $\frac{1}{4}$ au-dessus de l'eau, et qu'elles auraient cinquante pieds de longueur, y compris le manche, auquel il ne donne que 8 pieds $\frac{1}{2}$, c'est-à-dire, environ le sixième de la longueur de la rame. Mais, en adoptant cette disposition, il est certain qu'il faudrait donner plus de hauteur et de largeur aux gradins, pour que les rameurs pussent agir sans gêne et développer toute leur force. La moindre hauteur des gradins devrait être de 17 pouces $\frac{1}{2}$, ou d'une coudée grecque, et leur largeur d'une coudée et demie; quant à l'intervalle entre les rangs, il ne saurait être moindre de quatre coudées. Il faudrait de plus, comme l'a très-bien observé *Vossius*, que cet espace fût plus grand pour les rangs du haut, que pour ceux du bas, afin de pouvoir manœuvrer les rames supérieures, dont le manche devait augmenter en raison de leur longueur. D'ailleurs, les figures que donnent ces auteurs sont insuffisantes pour faire connaître l'arrangement qu'ils proposent, lequel ne pourrait avoir lieu que le long d'une face droite. Il suffit du profil, figure 3, pour en montrer tous les inconvéniens, tels que l'insuffisance d'un seul homme pour les rames des rangs supérieurs et l'impossibilité d'en mettre plusieurs.

Ceux qui, pour résoudre la question, ont imaginé que les

rangs de rameurs, étaient sur la largeur, supposent que les noms qui distinguent les différentes espèces de navires des Grecs et des Romains doivent être appliqués aux rameurs et non aux rames.

Ainsi, selon eux, le mot *trirème* indiquait une galère dont chaque rame était mue par trois hommes; *quadrirèmes*, celles qui avaient quatre hommes par rame, *penthères* ou *quinquérèmes*, celles qui en avaient cinq; ainsi de suite jusqu'au quarantième rang. Mais la difficulté de ce système est de placer quinze, dix-huit, vingt et surtout quarante rameurs sur une même rame (pl. VIII, fig. 3). Le manche serait devenu si long, que ceux placés au bout, quelques grands qu'ils eussent pu être, n'auraient pas pu en suivre le mouvement; et si l'on suppose que ce mouvement n'était pas plus grand que celui dont un homme debout est capable, il n'aurait pas été suffisant pour faire sortir ces rames hors de l'eau, en ne donnant à la partie extérieure des rames qu'une longueur égale au manche. Pour y placer quarante rameurs, comme au navire de Ptolomée Philopator, il aurait fallu qu'il eût eu 40 coudées de longueur en supposant les rameurs placés immédiatement depuis le point d'appui, et alors il est évident que les dix les plus près n'auraient produit aucun effet, et n'auraient été que pour faire nombre. C'est pour cette raison que dans les galères modernes, la partie occupée par les rameurs, n'est qu'environ les deux tiers du manche. Mais en admettant que le manche était entièrement garni, la longueur de la rame entière aurait été au moins de 80 coudées, tandis que les anciens auteurs ne donnent aux plus grandes rames que 38 coudées. De plus, cette disposition aurait exigé une largeur de plus de 80 coudées, sans y comprendre l'intervalle ou coursier qui

devait régner dans toute la longueur, entre les deux rangs de rames; et quand on viendrait à bout de lever cette difficulté, comment placer dans ce navire, qui n'aurait pu avoir qu'une très-petite élévation au-dessus de l'eau, les douze rangs de planchers dont il est parlé dans Athénée.

M. Deslandes prétend, je ne sais d'après quelle autorité, que ce bâtiment n'était qu'un édifice sur pilotis construit en forme de navire. Mais il ne fait pas attention qu'il est dit dans Athénée que, lorsque Ptolomée Philopator en voulut faire l'essai, il fallut plus de quatre mille rameurs pour le faire aller: donc il était mobile! Celui à vingt rangs de rames de Hiéron, bâti sous la direction d'Archimède, qui vint de Sicile à Alexandrie, n'était certainement pas un édifice sur pilotis.

Si l'on suppose d'après ce système, que c'étaient des rameurs dont il s'agissait, appliqués à un seul rang de rames, il aurait fallu d'après les observations que nous venons de faire, que les manches eussent eu au moins 24 coudées de longueur, et les rames entières 48, c'est-à-dire, qu'elles fussent de 10 coudées plus grandes que celles des *thranites* du navire de Ptolomée Philopator. En suivant la même hypothèse, les navires à seize rangs de rames de Démétrius Poliorcètes auraient exigé une largeur de plus de 48 coudées, c'est-à-dire, de plus de 80 pieds, et 480 pieds de longueur, en ne lui donnant que six fois sa largeur. Ainsi, il aurait été plus grand que celui de quarante rangs de rames de Ptolomée Philopator, selon Plutarque et Callixène; supposition absurde qui est contredite par tous les auteurs.

Presque tous les commentateurs et les gens instruits qui ont examiné cette question ont reconnu que ce système présente, par rapport à la largeur des navires, les mêmes

difficultés et les mêmes inconvéniens que celui des rangs de rameurs placés les uns au-dessus des autres. Aussi il n'y a que Thomas Rivius, Henri Savilius et le père Dechalles qui l'aient soutenu à la rigueur. Les autres, qui l'ont adopté, le combinent avec celui des rangs placés les uns au-dessus des autres.

Le système de Méibonius est une combinaison des différentes manières d'arranger les rameurs, selon la longueur, la largeur et la hauteur. Il a cherché, en les rapprochant le plus qu'il était possible, à résoudre la question des grands navires à plusieurs rangs de rames. Il adopte les rangs obliques de Paulmier, dit Palmérius, et réduit l'intervalle entre les rameurs placés à une même hauteur à moitié, parce qu'il observe qu'en admettant cet intervalle qui est de 8 pieds $\frac{1}{2}$, il donnerait pour les *quinquérèmes* dont parle Polybe, qui avaient 30 rames à chaque rang, 252 pieds, sans y comprendre la poupe et la proue. On convient que cette longueur extraordinaire détruit toute la probabilité de la disposition proposée par Palmérius et adoptée par Fabretti, qui donne encore plus d'intervalle entre les rames d'un même rang.

La disposition de Méibonius, qui réduit cette distance à 4 pieds $\frac{1}{2}$, ne peut avoir d'autres motifs que de diminuer la trop grande longueur qui résulte de celles de Palmérius et de Fabretti. Il réduit de même l'intervalle entre les rames qui forment les rangs obliques, à $\frac{4}{10}$ de pied au lieu d'un pied $\frac{4}{10}$ qu'exige l'arrangement de Palmérius, c'est-à-dire, à moins de moitié. Il opère cette réduction considérable, qui paraît rendre possibles les plus grands navires dont il est question dans les anciens auteurs, en plaçant à l'intérieur des doubles rangs de ra-

meurs, dont les uns sont assis sur des espèces de sellettes attachées aux bordages, et les autres sur des bancs isolés rangés parallèlement aux bordages, comme on le voit représenté par la figure 4 de la planche VII.

Il nous reste actuellement à examiner si cet arrangement est praticable d'après les figures qu'il en donne, qui ne sont que des indications idéales et sans proportion. Cette possibilité apparente fait dire à l'auteur qu'il est venu à bout de résoudre complétement une grande question dont s'étaient occupés, pendant plus de deux siècles, des milliers de savans. Et, pour faire ressortir davantage son système, il le compare à celui des rangs de rameurs placés dans des étages élevés les uns au-dessus des autres, adopté par Joseph Scaliger, qui suppose 3 coudées, ou 4 pieds $\frac{1}{2}$ d'élévation. Ainsi, dit Méibonius, dans l'*octère* de Memnon à huit rangs de rames (pl. 1, fig. 6), la hauteur depuis le dessus de la tête des rameurs du plus haut rang, jusque sur le plancher sur lequel les rameurs du plus bas rang posent les pieds, qui, selon le système de Scaliger, devait avoir 36 pieds, se trouve réduit par mon moyen à 11 pieds, c'est-à-dire, à moins du tiers.

Dans l'*exère*, au lieu de 27 pieds, je n'ai que 9 pieds; et dans les penthères, ou navires à cinq rangs de rames, au lieu de 22 pieds $\frac{1}{2}$ il ne me faut que 7 pieds $\frac{1}{2}$.

Quel serait, ajoute-t-il, l'étonnement de Scaliger s'il revenait au monde, en lisant le moyen que j'ai trouvé pour l'explication de deux choses qu'il déclare avoir toujours admirées sans avoir pu les comprendre : la première, comment un seul homme pouvait faire agir les rames supérieures du navire de Memnon, et la deuxième, comment il aurait été possible de trouver des arbres assez grands

pour les rames supérieures des navires, depuis quinze jusqu'à quarante et cinquante rangs de rames dont parlent les anciens auteurs, et quelle devait être la grandeur prodigieuse de ces navires.

Voilà enfin, poursuit Méibonius, qu'après tant de siècles, j'expose aux yeux de tout le monde un moyen qui, d'après le rapport de tous les savans, était perdu et oublié.

Ce moyen si vanté est représenté par les figures 4, 5, 6 et 7 de la planche VII, faites d'après celles qu'il donne lui-même et les dimensions qu'il prescrit. La figure 4 est une coupe qui indique la manière dont les deux rangs de rameurs étaient placés, le long des bordages du navire sur des bancs qui y sont attachés; P, Q, et C, B, indiquent la coupe des petits bancs sur lesquels sont assis les *thranites*, ou rameurs supérieurs. La largeur de ces bancs est d'un pied $\frac{1}{4}$; les lignes C, D, et Q, P (fig. 5), indiquent le dos des rameurs assis dessus, et E, E, les planches sur lesquelles ils posent les pieds; la hauteur, C, D, qui est de 3 pieds, est celle comprise entre le dessus des bancs et le dessus de la tête des rameurs. La hauteur des bancs P, E, et C, E, au-dessus des planches E, E, sur lesquelles ils posent les pieds, est d'un pied $\frac{1}{2}$, en sorte que la hauteur entière, occupée par ces rameurs assis, est de 4 pieds $\frac{1}{2}$ ou de 3 coudées grecques, qui valent 4 pieds 4 pouces $\frac{1}{2}$ de Paris. L'intervalle entre les lignes C, D, et P, Q, qui représentent les dos des *thranites*, est aussi de 4 pieds $\frac{1}{2}$ grecs ou de 4 pieds 4 pouces $\frac{1}{2}$ de Paris. La distance P, N, entre les lignes Q, P, et N, M, qui indiquent le dos du rameur supérieur, et celui du rameur inférieur est de 2 pieds $\frac{1}{2}$. La planche E, sur laquelle le rameur supérieur pose les pieds, est éloignée d'un demi-pied de la ligne N, M, qui représente

le dos du rameur inférieur, entre les lignes N, M, et D, C. Il reste un espace de 2 pieds grecs ou 22 pouces 11 lignes qui lui paraît assez grand pour placer au milieu un rameur dont le dos est exprimé par la ligne G, H, éloignée de 11 pouces 5 lignes $\frac{1}{2}$ de C, D; mais il reste à savoir comment ce rameur enclavé entre les autres pourrait agir.

Il paraît par la coupe figure 4 que les rameurs auraient été rangés par files isolées les unes des autres, ensorte que ceux d'une même file seraient à une distance suffisante; il faut cependant remarquer que par cette disposition le manche des rames de ceux placés le long des bordages, où l'on ne peut placer qu'un seul rameur, étant le même pour tous les rangs, tandis que la partie extérieure des rames augmente en raison de l'élévation du point d'appui au dessus de de l'eau, il serait impossible à un seul homme de manœuvrer les rames du quatrième rang et à plus forte raison celles des rangs supérieurs. Il faut encore remarquer que, par cette combinaison absurde, le manche des rames des autres files de rameurs assis sur des espèces de tabourets isolés, serait d'autant plus grand que la partie extérieure serait plus courte, en sorte qu'il serait impossible aux rameurs de la quatrième file de faire sortir de l'eau le bout de leurs rames, parce que étant assis, le mouvement en hauteur du bout du manche ne peut être de plus de 2 pieds $\frac{1}{2}$; et comme le mouvement des extrémités d'une rame est en raison de leur distance au point d'appui, ainsi la distance du bout du manche des rames de cette quatrième file au point d'appui étant quatre fois plus grande que celle de ce point au bout extérieur de ces rames, il ne pourrait s'élever que du quart de ce que peut s'élever le bout du manche où se trouve placé le rameur, c'est-à-dire, de 7 pouces $\frac{1}{2}$; d'où il ré-

sulte que cette disposition si vantée est absolument l'inverse de ce que le bon sens indique qu'elle devrait être.

Isaac Vossius pense que le navire de Ptolomée Philopator, qui était le plus grand de tous ceux construits par les anciens, n'avait que sept rangs de rames, et que le mot grec *tessarakontoros*, par lequel il est désigné, indique le nombre des files de rameurs. (Pl. VIII, fig. 1.)

Pour former le nombre de quarante avec sept rangs de rames, il suppose que le premier rang, en commençant par le bas, n'avait qu'un seul rameur par rame, qu'au second il y en avait deux; quatre au troisième; six au quatrième; huit au cinquième; neuf au sixième; et dix au septième rang, ce qui fait en tout quarante rangs de rameurs.

Vossius adopte le système de Palmérius pour la disposition des rangs de rames, mais il donne à la hauteur des bancs un pied $\frac{1}{2}$ au lieu d'un pied $\frac{1}{4}$ et 2 pieds $\frac{1}{2}$ de largeur (planche VII, fig. 8), en sorte que les rameurs les plus élevés ne sont qu'à 9 pieds au-dessus de l'eau, et que la distance du dessus des gradins placés immédiatement les uns au-dessus des autres est de 7 pieds.

Pour faciliter aux rameurs appliqués à une même rame le moyen d'agir plus commodément, il donne à chaque place de rameur, à partir du point d'appui de la rame, une élévation au-dessus de celle qui précède d'un pouce $\frac{1}{2}$ de plus. Cette augmentation de hauteur a l'avantage de procurer un plus grand espace entre les rameurs placés les uns au-dessus des autres, et de l'augmenter en raison de la longueur du manche des rames, ce qui paraît bien plus convenable que le système de Méibonius. Au reste, c'est un de ceux qui ont le mieux raisonné sur cet objet; mais l'application que Vossius veut faire de son moyen au navire

de Ptolomée Philopator, prouve que ce n'était pas celui qui avait été mis en usage pour la construction de ce navire extraordinaire; car comment trouver dans 9 pieds les douze rangs de planchers et les 48 coudées de hauteur que ce navire avait, selon Callixène, et celle de 30 coudées pour les gouvernails. D'ailleurs un navire qui n'aurait eu que 9 pieds ou 6 coudées de hauteur de bord, au-dessus du niveau de l'eau, n'aurait pas été une merveille à citer.

Il est certain, qu'une des principales conditions à remplir, pour expliquer la construction de ce navire, est de lui conserver les dimensions indiquées par Callixène, ainsi que la longueur des rames du plus haut rang, qui était de 38 coudées. Supposant comme Vossius qu'il s'agit de coudées grecques qui peuvent être évaluées à 17 pouces $\frac{1}{2}$, leur longueur entière aurait été de 55 pieds 5 pouces ou 17 mètres 67 centimètres, y compris le manche. Cette partie pouvait être le quart de la longueur de la rame, ou de 9 coudées $\frac{1}{2}$, répondant à 13 pieds 10 pouces $\frac{1}{4}$ ou 4 mètres 42 centimètres $\frac{1}{4}$. Ce qui donne pour la partie extérieure 28 coudées $\frac{1}{2}$ répondant à 41 pieds 6 pouces 9 lignes, ou 13 mètres $\frac{1}{4}$, depuis leur point d'appui. La hauteur de ce point dépend de l'inclinaison moyenne de la rame et cette inclinaison de la manière dont les rameurs étaient appliqués aux rames; car il est certain qu'en ne supposant qu'un rameur à chacune, eu égard aux masses de plomb qu'on ajoutait à leur manche pour le mettre en équilibre sur le point d'appui, elles n'avaient pas besoin de former un angle aussi petit avec la ligne horizontale, que si l'on suppose plusieurs rameurs à chaque rame, et que cet angle aura besoin d'être d'autant plus petit que le nombre des rameurs sera plus considérable, et que le manche sera plus long, par la rai-

son que le mouvement de l'extrémité du manche doit être toujours le même, c'est-à-dire, égal à celui dont est capable un homme assis ou debout.

On a éprouvé que, pour un homme assis, le mouvement en hauteur ne saurait être de plus de 2 pieds $\frac{1}{2}$, et pour un homme debout de 3 pieds $\frac{1}{2}$; d'où il résulte que la hauteur moyenne du manche de la rame, dans le premier cas, peut être de deux coudées au-dessus du sol sur lequel le rameur assis pose les pieds, et de trois coudées lorsque le rameur est debout.

Dans les galères modernes, où l'on met cinq à six rameurs par rame, la hauteur du bout du manche dans son état moyen, est élevée du quart de sa longueur jusqu'au point d'appui, ce qui donne un même rapport pour la partie extérieure; d'où il résulte que la hauteur de ce point d'appui au-dessus de l'eau, doit être aussi égale au quart de la longueur de cette partie de rames. Ainsi la partie des rames dont il s'agit dans le navire de Philopator étant de 28 coudées $\frac{1}{2}$, la hauteur du point d'appui devrait être de 7 coudées $\frac{1}{2}$ au lieu de six que lui donne Vossius. Mais cette inclinaison, qui forme avec la ligne horizontale, un angle de 14 degrés $\frac{1}{2}$, ne produit un si petit angle, que parce que les bancs sur lesquels les rameurs sont assis sont presque de niveau. Il est certain que si ces bancs étaient en gradins, les rames formeraient avec la ligne horizontale un angle beaucoup plus grand.

Je pense comme Fabretti que l'inclinaison de 45 degrés serait celle qui conviendrait le mieux, et qui probablement était suivie par les anciens, soit qu'on veuille croire qu'ils ne mettaient qu'un rameur à chaque rame, ou qu'ils en mettaient plusieurs.

Cette inclinaison est beaucoup plus avantageuse que celle

usitée pour les galères modernes, parce qu'elle exige des rames beaucoup moins longues et moins pesantes qui produiraient le même effet. Cette disposition donnerait pour la hauteur du point d'appui des plus hautes rames du navire de Ptolomée Philopator, 20 coudées ou 30 pieds, au lieu de 9 que lui donne Vossius.

En adoptant la division de Palmérius, on trouverait dans cette hauteur vingt-quatre rangs de rames, et vingt en suivant celle de Vossius; mais comme il y en avait quarante, il aurait fallu que les points d'appui des rames placées les unes au-dessus des autres, ne fussent qu'à 9 pouces de distance ou environ $\frac{1}{4}$ coudée, ce qui ne serait pas praticable à moins de placer les escaliers en gradins, comme dans le système de Palmérius à 12 coudées les uns des autres, mésurés horizontalement, en sorte qu'il ne pourrait se trouver que seize de ces escaliers dans la longueur du navire de Philopator, c'est-à-dire dans 200 coudées de long, sans y comprendre la poupe ni la proue; ce qui ne donnerait pour chaque côté que six cent quarante rameurs, et pour les deux douze cents quatre-vingts; tandis qu'il devait y en avoir plus de quatre mille d'après Plutarque et Athénée.

La figure 3, pl. I, indique le système de Végèce, qui paraît le mieux entendu pour le cas où l'on voudrait mettre plusieurs rameurs à chaque rame, en donnant aux rames une inclinaison de 45 degrés.

Système de David Leroy.

Dans les mémoires que David Leroy a publiés sur la Marine des anciens, il a adopté en partie le système de Vossius; il l'appuie de toutes les bonnes raisons qu'il est

possible d'alléguer, indépendamment des passages qu'il cite des anciens auteurs. Il pense comme Vossius que les noms par lesquels les Grecs désignaient leurs navires de guerre, n'indiquaient pas des rangs de rames, mais des files de rameurs, et que les plus grands navires des anciens n'avaient pas plus de cinq rangs de rames (pl. VIII, fig. 2) : c'est à ce nombre qu'il réduit les quarante rangs du fameux navire de Ptolomée Philopator. Cependant M. Leroy est obligé de convenir que depuis Aminoclès, inventeur des premières trières, jusqu'à la fin de la guerre du Péloponnèse, le nombre des files de rameurs était le même que celui des rangs de rames. Mais il tâche de persuader que depuis cette époque, les navires étant devenus beaucoup plus grands, on fut obligé d'imaginer un nouveau système pour l'arrangement des rameurs. Ce système, selon M. Leroy, consistait à mettre plusieurs files de rameurs sur un même rang de rames. (Pl. VIII, fig. 2, 3 et 4.)

Par cette nouvelle combinaison, le nombre des rameurs augmentait en raison de la longueur des rames. Ainsi, les nouvelles trières n'auraient eu que deux rangs de rames et trois files de rameurs; savoir, une sur le rang inférieur, et deux sur le rang supérieur. Les penthères auraient été composées de deux ou trois rangs de rames. Celles à deux rangs auraient eu deux files de rameurs sur le rang d'en-bas, et trois sur celui au-dessus. Celles à trois rangs de rames auraient eu une file de rameurs sur le premier, à partir du bas, deux sur le second, et deux sur le troisième.

Pour former l'exère, on aurait mis trois files de rameurs sur le troisième rang de rames.

Le navire appelé décère aurait eu quatre rangs de rames, sur lesquels auraient été appliquées dix files de ra-

meurs; savoir, une au premier rang, deux au second, trois au troisième et quatre au quatrième.

En suivant cette progression, le navire de Démétrius Poliorcètes devrait avoir cinq rangs de rames et seize files de rameurs, et celui de Ptolomée Philopator n'en aurait pas eu plus de sept; mais comme l'opinion de M. Leroy était que les plus grands navires des anciens n'avaient jamais eu plus de cinq rangs de rames, il propose une autre progression (Pl. VIII, fig. 2), qui contient quarante files de rameurs en cinq rangs de rames; savoir, quatre au premier rang, six au second, huit au troisième, dix au quatrième, et douze au cinquième rang. M. Leroy conserve aux rames de ce cinquième rang la longueur de 38 coudées que leur donne Calixène dans Athénée; il évalue ces 38 coudées à 64 pieds 4 pouces, dont il prend 17 pieds pour la longueur du manche sur lequel il place douze rameurs (1). Ces rames sont disposées de manière que lorsqu'elles sont plongées dans l'eau, l'extrémité du manche est plus élevée de 8 pieds que le point d'appui qui sépare la partie intérieure de la rame de sa partie extérieure. Mais quand elles sont dans leur état moyen, l'élévation du bout du manche n'est que de 6 pieds $\frac{1}{4}$; ce qui donne pour l'inclinaison moyenne avec l'horizontale passant par le point d'appui, un angle de 21 degrés 34 minutes. Cet angle est plus grand que celui que donne l'inclinaison des rames de Vossius, par conséquent moins commodes pour des rameurs placés sur un plancher auquel M. Leroy ne donne qu'un pied de bombement pour élever

(1) Cette disposition donnait pour l'inclinaison de la rame au-dessous de la ligne horizontale un angle de 7 degrés 11 minutes, et de 82 degrés 49 minutes avec la verticale passant par le point d'appui.

ceux qui sont le plus éloignés du point d'appui. (Figure 3) (1).

Pour que des rameurs appliqués à une même rame agissent de la manière la plus commode et la plus avantageuse, il faut non-seulement qu'ils soient placés sur des siéges plus élevés les uns que les autres en forme de gradins, comme le propose Vossius (Pl. VIII, fig. 1), mais il faut de plus que ces gradins soient compris sous une ligne parallèle à l'inclinaison moyenne des rames, afin que chaque rameur puisse la tenir à une même hauteur, et l'élever ou l'abaisser d'une quantité proportionnelle à leur éloignement du point d'appui, avec la même aisance et la même force, comme on le voit dans la planche 1, figure 7.

Mais si les rameurs sont placés sur des bancs ou des planchers de niveau, chaque rameur tenant la rame à une hauteur différente, il en résulte qu'aucun n'agit avec la force convenable.

D'après tout ce qui vient d'être dit, j'ai trouvé qu'il était possible, en combinant le système de Vossius et celui de M. Leroy, de résoudre la question des quarante files de rameurs; mais comment accorder les 20 pieds ou 12 coudées de hauteur que M. Leroy donne à son navire, avec les 53 coudées que Calixène donne au navire de Ptolomée Philopator, depuis le dessus de l'ornement de la poupe jusqu'à la mer, et avec toutes les autres dimensions données par Calixène, ainsi qu'avec les douze rangs de planchers qui séparaient les rangs de rames, en conservant

(1) Les figures 5, 6 et 7 de la planche VIII indiquent la manière dont M. Leroy place les rameurs dans l'intérieur des navires.

comme ces auteurs, la plus grande longueur des rames à 38 coudées?

J'ai pensé que le meilleur moyen de s'accorder avec la description de Calixène était de donner aux rames une inclinaison de 45 degrès dans leur état moyen, c'est-à-dire, lorsque leur extrémité inférieure est à fleur d'eau, et de donner au manche des rames le quart de leur longueur, c'est-à-dire, 9 coudées $\frac{1}{2}$ à partir du point d'appui; le surplus, formant la partie extérieure, serait de 28 coudées $\frac{1}{2}$; la hauteur perpendiculaire du point d'appui au-dessus de l'eau serait de 20 coudées $\frac{1}{2}$. (Pl. I, fig. 7.)

Au lieu de faire les côtés du vaisseau d'aplomb ou courbes, je les dispose sur une ligne inclinée de 45 degrés en sens contraire des rames, en sorte qu'ils forment ensemble un angle droit, et que ces côtés prolongés jusqu'à l'eau, sont égaux à la longueur de la partie extérieure des plus longues rames.

L'appui des rames les plus basses est élevé de 3 coudées $\frac{1}{2}$ au-dessus de l'eau, et à 5 coudées $\frac{1}{2}$ de distance du point d'appui en suivant l'inclinaison du côté. D'après cette disposition, il reste 23 coudées $\frac{1}{2}$ pour la place des rames, qui étant divisées par onze pour avoir douze rangs de rames, donnent pour l'intervalle entre chaque rang 2 coudées $\frac{1}{2}$ mesurées selon la pente, et 4 coudées $\frac{1}{4}$ en les plaçant en échiquier, ce qui donne 3 coudées en mesurant d'aplomb. Cet intervalle est assez grand pour qu'un nombre quelconque de rameurs assis puissent faire agir les rames.

Par cette disposition, on voit que la partie extérieure des plus longues rames est de 28 coudées $\frac{1}{2}$, et le manche de 9 coudées $\frac{1}{2}$, qui en est le tiers; ce qui donne la grandeur totale de ces rames de 38 coudées: la partie extérieure du pre-

mier rang au-dessus de l'eau étant de 5 coudées $\frac{1}{8}$, si on y ajoute $\frac{1}{8}$ pour le manche, on a pour la longueur totale de la rame 6 coudées $\frac{2}{8}$: les autres rames ont des longueurs proportionnelles indiquées par la table qui suit, exprimées en coudées, en pieds de roi et en mètres, avec le nombre de rameurs appliqués à chaque rame.

Rang de rames.	Nombre des rameurs.	DIMENSIONS EN COUDÉES.			*IDEM* EN PIEDS DE ROI.			*IDEM* EN MÈTRES.		
		Rames entières.	Partie extérieure.	Manche.	Rames entières.	Partie extérieure.	Manche.	Rames entières.	Partie extérieure	Manche.
1	1	6 $\frac{2}{8}$	5 $\frac{1}{8}$	1 $\frac{1}{8}$	11 $\frac{36}{100}$	8 $\frac{45}{100}$	2 $\frac{81}{100}$	3 663	2 717	0 916
2	1	9	7	2	15 94	11 96	3 98	5 181	3 886	1 295
3	2	12	9	3	20 61	15 46	5 15	6 700	5 025	1 675
4	2	15	11	3	25 29	18 97	6 32	8 215	6 161	2 054
5	3	18	13	4 $\frac{1}{4}$	29 69	22 48	7 21	9 737	7 303	2 434
6	3	21 0	15	5 $\frac{2}{4}$	34 61	25 96	8 65	11 256	8 442	2 814
7	4	23 $\frac{2}{8}$	17 $\frac{2}{4}$	5 $\frac{2}{4}$	39 33	29 50	9 83	12 774	9 581	3 193
8	4	26	20 0	6	44 00	33 00	11 00	14 293	10 720	3 573
9	4	29	22	7	48 66	36 50	12 16	15 812	11 859	3 953
10	5	32	24	8	53 33	40 00	13 33	17 331	12 998	4 333
11	4	35	26	8 $\frac{2}{4}$	58 00	43 51	14 50	18 849	14 137	4 712
12	6	38 0	28	9	62 69	47 02	15 67	20 368	15 276	5 092
TOTAL.	40									

Pour la formation de cette table, on a évalué la coudée à 19 pouces $\frac{4}{8}$ du pied de roi, ou 536 millimètres.

Les quarante files de rameurs ont été distribuées en raison de la longueur des rames.

Ainsi on a appliqué aux deux premiers rangs au-dessus de l'eau un rameur à chaque rame;

Deux aux troisième et quatrième rangs;

Trois aux cinquième et sixième rangs;

Quatre aux septième, huitième et neuvième rangs;

Cinq aux dixième et onzième rangs;

Et six au douzième rang;

Il est facile de voir que, par cette disposition, on peut satisfaire à presque toutes les conditions pour résoudre le problème du navire de Ptolomée Philopator, dans la supposition de quarante files de rameurs au lieu de quarante rangs de rames; on y trouve la longueur des rames et le nombre total des rameurs, la hauteur du navire, la grandeur des gouvernails, les douze rangs de cordons précintes qui servaient d'appui aux rames, et le nombre de rameurs appliqués à chaque rame est proportionné à sa longueur et à sa pesanteur.

La seule objection qu'on puisse faire et qui me paraît fondée, c'est qu'en admettant que ce sont les files de rameurs et non les rangs de rames qui indiquent l'espèce de navires distingués par les noms que leur donnaient les anciens, un navire à un seul rang de rames aurait pu devenir successivement une birême, une trirême, ou une quadrirême, en raison du nombre de rameurs qu'on aurait appliqués à cet unique rang de rames; ce qui paraît contraire à tout ce que les anciens auteurs ont dit à ce sujet, et aux représentations qui se trouvent dans les bas-reliefs et les médailles antiques, où l'on ne voit qu'un rameur à chaque rame. D'ailleurs, l'idée d'ajouter un rameur de plus à une rame ne paraît pas une invention digne de transmettre avec autant d'ostentation à la postérité le nom de ceux qui ont imaginé à différentes époques les birêmes, les trirêmes, les quadrirêmes, et autres navires d'un rang supérieur; disposition qui n'aurait exigé qu'une augmentation de largeur. Il est évident que si l'on pouvait trouver un autre moyen

de placer trois, quatre, cinq, ou un plus grand nombre de rangs de rames aux navires des anciens, de manière que chaque espèce puisse être distinguée par le nombre de ces rangs et que cette disposition satisfasse de même à toutes les conditions du problème, et réponde à toutes les objections, ce moyen devrait être préféré à tous ceux qui ne présentent pas le même avantage.

Pour se faire une idée de la manière dont les anciens pouvaient disposer ces rangs pour former des navires à plus de cinq rangs de rames, il faut se rappeler ce que nous avons déjà dit, qu'on ne trouve rien dans les anciens auteurs, ni dans les bas-reliefs antiques qui puisse autoriser l'application de plusieurs hommes à une même rame. Les bas-reliefs et les médailles font voir au contraire que chaque rame n'était manœuvrée que par un seul homme, et que leur inclinaison approchait plus de la ligne verticale que de la ligne horizontale. Nous avons déjà fait remarquer que dans les bas-reliefs de la colonne Trajane, les mains des rameurs sont placées de manière à prouver cette disposition, l'une étant tournée en sens contraire de l'autre, comme l'indiquent les figures 3 et 4 de la planche IV (1).

Dans les galères modernes où l'on applique plusieurs rameurs à une même rame, on est obligé de leur donner une inclinaison qui approche plus de la ligne horizontale que de la verticale, afin que les rameurs qui sont assis sur des bancs à peu près de niveau, aient plus d'aisance pour manœuvrer ensemble.

Cette inclinaison donne pour la partie extérieure des

(1) La figure 1 représente une trirème, d'après les peintures du manuscrit de Virgile qui est au vatican. La figure 2 est faite d'après un bas-relief antique qui se trouve dans les ruines de Palestrine.

rames une longueur cinq fois plus grande que la hauteur du point d'appui au-dessus de l'eau, tandis que dans les navires antiques, en supposant les rames inclinées de 45 degrés, la longueur de la partie extérieure ne serait tout au plus qu'une fois et demie la hauteur du point d'appui : ainsi les plus grandes rames du navire de Philopator qui avaient 38 coudées de longueur et le manche de 9 coudées ½ devaient avoir leur partie extérieure de 28 coudées ½, et la hauteur de leur point d'appui au-dessus de l'eau, de 20 coudées.

Si l'on suppose l'appui du premier rang des rames du bas à 2 coudées ½ au-dessus de l'eau, il ne resterait que 17 coudées ½ pour placer 38 rangs de rames. Un si petit espace m'avait d'abord paru insuffisant pour un si grand nombre de rangs de rames placés les uns au-dessus des autres; mais en relisant avec plus d'attention la description que fait Athénée du navire à vingt rangs de rames, construit par Hiéron, roi de Syracuse, et surtout le passage où il dit que l'extérieur de ce bâtiment était orné de figures d'Atlas de 6 coudées de hauteur placées à égale distance les unes des autres pour soutenir la masse des planchers supérieurs avec des triples ouvertures pour le passage des rames, j'ai pensé que cette disposition pouvait former à l'extérieur, des espèces de gradins renversés, comme je l'ai indiqué par la figure 8 de la planche I, qui fait voir le profil de ces gradins, pour des navires depuis dix rangs jusqu'à quarante, en plaçant cinq files de rames sur chaque plancher.

La figure 1 de la planche II indique l'application de ce système au fameux navire à 40 rangs de rames de Ptolomée Philopator, sa hauteur au-dessus de l'eau est divisée par sept planchers en saillie les uns sur les autres. Sur le premier au-dessus de l'eau je place quatre rangs de rames, et six sur chacun des planchers au-dessus, ce qui complète

les quarante rangs de rames. A chaque étage les quatre ou six rameurs appliqués à ces rames sont assis sur un même banc, et disposés de manière à ramer avec autant d'accord que s'ils étaient appliqués à une seule rame, mais avec beaucoup plus d'avantage parce qu'ils agiraient chacun avec un bras de levier égal.

Il reste à prouver comment les rames des thranites dont la longueur était de 38 coudées, pouvaient être manœuvrées par un seul homme. Supposant ces rames en bois de sapin, et de 8 pouces de grosseur au point d'appui, le calcul donne leur pesanteur de 653 livres $\frac{1}{4}$ ou 319 kilogrammes, 964 grammes, et celle du poids à ajouter au bout du manche pour la mettre en équilibre sur leur point d'appui de 381 kilogrammes 945 grammes, en tout de 701 kilogrammes, 909 grammes, ou un peu moins de 1334livres.

L'expérience prouve qu'une très-petite force suffit pour faire mouvoir un balancier pesant plusieurs milliers, lorsqu'il est en équilibre sur son point d'appui. J'ai éprouvé moi-même que pour faire mouvoir une pièce de bois de chêne de 38 pieds de longueur pesant avec le poids nécessaire pour la mettre en équilibre sur son point d'appui 1425 livres, ce point étant placé aux trois quarts de sa longueur, comme nous l'avons supposé pour les rames des thranites du navire de Philopator, il suffisait d'une force de 34 livres, c'est-à-dire, environ la quarante-cinquième partie de la pesanteur de cette pièce, jointe au poids qui la tenait en équilibre sur son point d'appui, d'où il résulte que la force avec laquelle les thranites devaient agir devait être au moins de 36 à 40 livres.

J'ai indiqué dans la table suivante, les résultats de tous les calculs relatifs aux rames de ce navire extraordinaire.

TABLE pour les dimensions et le poids des rames du grand navire de Ptolomée lopator, d'après le système exprimé par la coupe en travers de ce bâtiment, *dési par la figure* 1re. *de la planche II.*

Planchers au-dessus de l'eau.	Nombre des rangs de rames.	LONGUEUR DES RAMES. en coudées égyptiennes	en pieds de roi et centièmes.	en mètres et millimètres.	Longueur du manche ou partie intérieure en mètres et millimètres.	Longueur de la palle ou partie extérieure en mètres et millimètres.	Grosseur au point d'appui en centimètres.	SUPERFICIE de grosseur moyenne du manche.	de la palle.	CUBE du manche.	de la palle.	de la rame ent.	DISTANCE du centre de gravité au point d'appui du manche.	de la palle.	POIDS du manche en kilogram.	de la palle en kilogram.	de la rame entière.	à au [illegible] po[illegible] tre en bre poi[illegible]
1er	4	8	13 20	4 288	1 608	2 680	0 100	0 0054	0 0069	0 0087	0 0185	0 0272	0 643	1 172	4 704	10 021	14 725	
2e.	6	13	21 45	6 968	2 144	4 824	0 120	0 0072	0 0098	0 0154	0 0477	0 063[illegible]	0 804	2 110	8 36[illegible]	25 880	34 243	2
3e.	6	18	29 70	9 648	2 680	6 968	0 140	0 0092	0 0134	0 0246	0 0941	0 1187	0 954	3 048	13 360	43 980	57 340	4
4e.	6	23	37 95	12 328	3 216	9 112	0 160	0 0095	0 0176	0 0305	0 1604	0 1909	1 100	3 986	16 558	62 894	79 452	7
5e	6	28	46 20	35 008	3 752	11 256	0 180	0 0113	0 0223	0 0424	0 2507	0 2931	1 250	4 929	22 980	135 868	158 848	17
6e.	6	33	54 45	17 688	4 288	13 400	0 200	0 0132	0 0280	0 0570	0 3752	0 4322	1 400	5 860	30 894	203 358	234 252	26
7e.	6	38	62 70	20 368	4 824	15 544	0 220	0 0154	0 0332	0 0743	0 5160	0 5903	1 540	6 809	40 260	26 704	319 964	38
	40																	

La grosseur du bout du manche des rames est de 6 centimètres pour toutes. La superficie moyenne de la palle, est les $\frac{7}{8}$ de celle de la rame au point d'appui.

Il me reste, pour démontrer la possibilité de ce fameux navire, à répondre à une objection qui m'avait d'abord été faite sur sa stabilité, par un habile ingénieur de la marine, c'est-à-dire, sur la difficulté que ce navire, tel que je le suppose, aurait eue de se soutenir sur l'eau sans chavirer. Il devrait suffire peut-être de faire voir que la position de son métacentre est conforme à ce que prescrivent les formules d'Euler et de Bouguer, desquelles il résulte qu'un

navire ne chavire pas toutes les fois que dans la section transversale qui passe par son centre de gravité, la largeur C, D, (Pl. II, fig. 1) à fleur d'eau, est plus du double de la hauteur I, E, et que le centre de gravité G de ce navire n'est élevé au-dessus de la ligne de flottaison C, D, que de la moitié de la hauteur qui enfonce dans l'eau.

Dans la coupe que je donne du navire à quarante rangs de rames de Philopator, la largeur à fleur d'eau serait de 42 coudées, il enfoncerait dans l'eau de 12 coudées $\frac{1}{3}$, moins du tiers de cette largeur, le centre de gravité de ce bâtiment avec tout ce qu'il pouvait contenir ne serait pas à 7 coudées au-dessus de la ligne de flottaison; ainsi il aurait plus de stabilité qu'il ne faut pour un bâtiment à rames, et pourrait même porter des voiles.

Pour m'assurer davantage des principes de la stabilité des corps flottans en raison de leur forme, j'ai fait un grand nombre d'expériences qui font l'objet d'un article particulier placé ci-après, et dont le résultat est que pour qu'un solide massif ou creux, quelle que soit sa forme, se soutienne sur l'eau dans une situation déterminée, il faut que sa partie verticale plongée dans l'eau soit au moins égale à la moitié de sa largeur, prise à fleur d'eau, dans la section transversale passant par son centre de gravité; cette propriété peut fournir aux savans et aux constructeurs un moyen simple et facile de résoudre un des problèmes les plus utiles de l'architecture navale.

Les deux différentes dispositions que je propose pour résoudre la question des fameux navires à plusieurs rangs de rames des anciens, sont le fruit d'une infinité de recherches et d'observations faites d'après la lecture de pres-

que tout ce qui a été écrit sur ce sujet par les anciens auteurs, par les modernes, et de l'examen des bas-reliefs antiques.

Il serait peut-être possible d'employer ces moyens avec quelques avantages pour des galères d'un nouveau genre.

Les grandes galères modernes, à l'époque où l'on en faisait le plus d'usage, avaient vingt-six rames de chaque côté de chacune 36 pieds de longueur, dont 24 pieds pour la partie extérieure, et 12 pieds pour le manche. Le point d'appui était sur le bord de la galère, à 5 pieds au-dessus de l'eau, chacune de ces rames était manœuvrée par cinq hommes agissant avec des forces inégales. Celui placé au bout du manche qui ramait debout, fatiguait beaucoup, en parcourant à chaque palade un espace d'environ 6 pieds, tandis que le rameur assis, qui était le plus près du point d'appui, avait peu d'effort et de mouvement à faire. On a calculé qu'il n'y avait que les $\frac{2}{5}$ de l'effort du rameur placé au bout de la rame qui servaient à faire avancer la galère, et que ce n'était que les $\frac{1}{11}$ de l'effort de celui placé le plus près du point d'appui; en sorte que la force moyenne qui faisait avancer une galère, n'était que les $\frac{4}{11}$ de l'effort des rameurs.

En évaluant cet effort à 250 livres pour chaque rame, les $\frac{4}{11}$ qui servaient à faire avancer la galère, serait de 66 livres $\frac{2}{3}$ et de 3,466 livres $\frac{2}{3}$ pour les cinquante-deux rames; divisant cet effort par 80 pieds carrés de surface que la galère oppose à l'eau, on trouve 43 livres $\frac{1}{3}$ pour chaque pied.

D'après les calculs faits sur la résistance des fluides, cette force donnerait une vitesse de 6 pieds par seconde, et de 3,600 toises par heure.

Ce calcul se trouve justifié par l'expérience, car on a reconnu qu'une galère à cinq hommes par rame, voguant avec la plus grande vitesse, ne donnait pas plus de vingt palades par minute, lesquelles évaluées à 3 toises chacune, donnent, comme par le calcul ci-dessus 3,600 toises par heure.

Pour donner une idée de l'effet des rames des navires des anciens, comparé à celui des rames des galères, on va examiner quel serait le résultat, si au lieu d'appliquer cinq hommes à chaque rame, on plaçait cinq rangs de rameurs disposés sur un même banc, comme nous l'avons indiqué dans le profil du navire de Ptolomée Philopator. (Figure 1, planche II.)

On conserverait la hauteur du point d'appui des rames à 5 pieds de hauteur au-dessus de l'eau, mais on leur donnerait une inclinaison de 45 degrés. Par cette disposition on trouverait que les rames n'auraient pas plus de 18 pieds au lieu de 36, et, qu'étant placées en équilibre sur leur point d'appui, elles pourraient facilement être manœuvrées par un seul homme avec une force de 50 livres, dont les $\frac{2}{5}$ seraient 20 livres pour la force qui ferait avancer la galère, et pour les deux cent soixante rames 5,200 livres, ce qui donnerait 65 livres pour la force, répondant à chaque pied carré, au lieu de 43 livres $\frac{1}{3}$ trouvées par le calcul précédent, en sorte que trois rangs de rames suffiraient pour faire aller une galère, avec la même vitesse qu'en appliquant cinq rameurs à chaque rame, ce qui réduirait le nombre des rameurs à cent cinquante-six au lieu de deux cent soixante.

Il est facile de voir que par cette disposition les penthères des anciens pouvaient n'être pas plus élevées que nos

galères, et que les plus longues rames des navires à quinze et seize rangs de rames de Démétrius Poliorcète, ne devaient pas avoir plus de 27 à 28 pieds de longueur, et celles du navire à vingt rangs de rames de Hiéron, de 33 à 34 pieds, c'est-à-dire qu'elles étaient moins grandes que celles de nos galères.

Par l'autre moyen que j'ai proposé, en distribuant les rameurs sur deux rangs de rames, c'est-à-dire, un ou deux sur le premier rang, et deux ou trois sur le second, les galères n'auraient pas plus de 5 à 6 pieds d'élévation de bord.

D'ailleurs je n'ai eu d'autre intention, en proposant ces deux moyens, que de faire voir la possibilité de ces navires prodigieux dont il est question dans les anciens auteurs qui en ont fait une description assez détaillée pour en faire connaître toutes les parties.

De l'arche de Noé.

Le peu de convenance des figures qui se trouvent dans quelques éditions de la Bible, et dans le Dictionnaire de don Calmet pour expliquer le texte, m'a fait naître l'idée d'essayer d'après ce qu'il est dit dans la Genèse, et les antiquités judaïques de Joseph, d'indiquer dans la planche IX les dispositions et la forme qu'aurait pu avoir un bâtiment aussi extraordinaire par sa grandeur que par sa destination.

Il est dit dans la Genèse que ce bâtiment fut entrepris par ordre de Dieu, qui en indiqua la forme et les dimensions à Noé en ces termes :

« Fais-toi un bâtiment en bois léger. Sa longueur sera

» de 300 coudées, sa largeur de 50, et sa hauteur de 30.
» Tu l'enduiras en dedans et en dehors de bitume. L'inté-
» rieur sera divisé en trois étages distribués en petites
» loges, et un quatrième pratiqué dans la couverture, avec
» des ouvertures d'une coudée de hauteur, et une porte à
» l'un des bouts. »

Les commentateurs nombreux de la Bible ne sont pas d'accord sur l'espèce de coudée dont il est question dans le texte, pour en exprimer les dimensions.

Les Hébreux en distinguent de trois sortes :

1°. La grande coudée ou coudée sainte (ammah kakkodesch, dont l'étalon se conservait dans le sanctuaire du temple; elle se divisait en huit tophaks.

2°. La coudée véritable (ammah eineth); elle se divisait en six tophaks.

3°. La coudée commune, qui ne contenait que cinq tophaks.

Plusieurs auteurs pensent que la grande coudée des Hébreux était la même que la coudée sacrée des Égyptiens qu'on estimait être la deux cent millième partie d'un degré du méridien terrestre; en sorte que 18 de ces coudées équivaudraient à dix mètres justes des mesures actuelles, et que la valeur d'une coudée répond à 555 millimètres $\frac{5}{9}$ ou 20 pouces 6 lignes $\frac{1}{4}$. D'après cette évaluation les trois cents coudées qui formaient la longueur de l'arche répondraient à 166 mètres $\frac{2}{3}$ ou 513 pieds, et les cinquante coudées à 27 mètres $\frac{7}{9}$ ou 85 pieds 6 pouces, et enfin la hauteur de 30 coudées à 16 mètres $\frac{2}{3}$ ou 51 pieds $\frac{1}{10}$.

Quant à la forme de cet immense bâtiment, si l'on suppose que ce soit celle d'un coffre, ou d'un parallélipipède que lui donnait la plupart des commentateurs de la Bible,

son volume aurait été de quatre cent cinquante mille coudées cubiques ou de 77,642 mètres, ou 10,358 toises cubes, en sorte que le volume de l'arche devait être 20 fois plus grand que celui d'un vaisseau du premier rang. Mais le fameux navire à 40 rangs de rames de Ptolomée Philopator était encore plus grand que l'arche de Noé, puisque son volume était de six cent seize mille coudées cubiques ou environ une fois et demi plus grand.

Plusieurs commentateurs ont observé avec raison que la forme de coffre ou de parallélipipède ne convenait pas à un bâtiment aussi considérable destiné à être plongé en grande partie dans une étendue d'eau sans borne; son fond plat, et les faces du tour réunies à angle droit comme on le voit représenté dans les deux planches du dictionnaire de la Bible, par don Calmet, au mot *arche*, n'offrent pas assez de force, de solidité et de fermeté pour résister aux efforts de la masse d'eau dans laquelle ce bâtiment devait être plongé.

L'idée de donner à l'arche de Noé la forme d'une grande caisse ou d'un coffre n'est peut-être venue que parce qu'on a traduit le mot hébreu *thebah* par lequel ce bâtiment est désigné dans le texte de la Bible, par le mot latin *arca* et le vieux mot français *arche* qui indique un coffre, tandis que le mot coffre est désigné en hébreu par *aron*. C'est par ce mot qu'est désigné dans la Bible ce coffre destiné à renfermer les tables de la loi. Dans ce même livre on emploie le mot *thebah* pour désigner le berceau de jonc dans lequel Moïse fut exposé sur les eaux du Nil, et il est probable que la forme de ce berceau approchait plus de celle d'un bateau que d'un coffre, ou d'une caisse carrée.

En me renfermant dans les dimensions fixées par le

texte de la Bible, j'ai cherché à composer un bâtiment capable de remplir la destination pour laquelle il est dit qu'il fut construit, c'est-à-dire de mettre en sûreté la famille de Noé, et les différens animaux qui devaient y être renfermés pendant le temps du déluge, et à l'abri des pluies extraordinaires qui le causèrent.

Cette destination exigeait une construction solide pour résister aux impulsions de l'immense quantité d'eau dans laquelle ce bâtiment devait être plongé, et une distribution intérieure disposée de manière qu'en mettant les hommes, les animaux et les provisions à l'abri de tous dangers, il en pût résulter l'ordre, la commodité et la salubrité indispensable pour l'arrangement d'un si grand nombre d'individus, et d'objets nécessaires à leur conservation.

Par rapport à la solidité, au lieu d'un fond plat qui se raccorde à angles droits avec les côtés comme le supposent la plupart des commentateurs et ceux qui ont donné des dessins de ce bâtiment, j'ai imaginé que le fond devait être en carène formée par des plans qui se joignaient à angle obtus, et qui présentaient une forme qui tenait le milieu entre celle des bateaux dont on fait usage sur les grandes rivières, et celle des navires destinés à aller sur mer.

Cette forme procure l'avantage de combiner un plancher extrêmement solide, fortifié en-dessous par la partie qui forme la carène, qui l'empêche d'arquer, formé par un triple rang de pièces de bois jointives qui se croisent en deux sens, et posées en liaison, bien étoupées, chevillées et goudronnées.

Sur ce plancher qui ne forme qu'une seule pièce est établi le corps du bâtiment dont les faces extérieures sont composées de trois rangs de pièces jointives. L'intérieur

est divisé en plusieurs rangs de cases ou loges, indiquées dans la Bible par le mot hébreu *quidim* traduit en latin par Nidos.

Ces rangs forment trois étages principaux et un quatrième pratiqué dans la toiture, indépendamment du fond de cale compris dans la carène.

Toutes les cases sont dégagées par un grand corridor placé dans le milieu, qui règne dans toute la longueur et la hauteur du batiment, et de plus par quatre enfilades de portes. Ces cases sont éclairées et aérées par trois rangs d'ouvertures longues et étroites, recouvertes à l'extérieur par des auvents formés par l'avance du toit divisé en cinq parties sur la largeur, afin d'empêcher les eaux de pluie de pénétrer à l'intérieur.

Des rampes douces occupent la longueur du grand corridor, et aboutissent au milieu de sa partie inférieure; ces rampes sont divisées par des paliers qui servent à communiquer à chaque étage; ils contribuent encore à la solidité en reliant les deux parties de bâtiment, séparées par le corridor, de même que les entraits quadruples indiqués dans les coupes. (Voyez les figures 1, 2, 3, 4 et 5 de la planche IX.)

Les figures 1 et 3 représentent le bâtiment vu par le bout. Dans celle marquée 3, on voit la porte par laquelle on y entrait.

La figure 2 est une coupe en travers où l'on remarque le profil du fond en carène, celui des toits et les ouvertures pour le jour, et le renouvellement de l'air.

La figure 4 représente une partie d'une des faces latérales, et la coupe intérieure sur la longueur; on y remarque

les rampes douces, les trois étages de loges, et le quatrième compris dans le toit.

La figure 5 fait voir une partie du dessus de la couverture et les plans des étages au-dessous qui représentent la distribution intérieure, la disposition de chaque rang de loge du grand corridor et les rampes.

J'ai prévu une partie des objections qu'on pourra me faire sur ce bâtiment extraordinaire dont l'existence et la possibilité ont été niées par plusieurs savans.

On sera peut-être surpris que je m'en sois occupé; mais on ne doit considérer les détails dans lesquels je suis entré que comme une indication des moyens qui auraient pu être mis en usage pour son exécution et qui en prouvent la possibilité.

Expériences et observations sur les corps flottant dans l'eau.

Il résulte de ces expériences :

1°. Que les corps d'une pesanteur spécifique moindre que celle de l'eau, quand ils sont plongés dans ce fluide y prennent une situation constante, qui dépend de leur forme, et de la position de leur centre de gravité;

2°. Que pour prendre cette situation, ils paraissent tourner autour d'une ligne droite, ou axe, passant par leur centre de gravité; ainsi le corps A B C D fig. 1, pl. X, étant placé dans l'eau, tourne autour de l'axe A B, selon une direction C D, perpendiculaire à cet axe pour prendre la position qui lui convient.

3°. Que c'est la section passant par le centre de gravité G d'un corps, perpendiculairement à son axe qui sert à

faire connaître la position qu'il doit prendre, et son degré de stabilité.

4°. Que pour qu'un corps flottant d'une figure quelconque se soutienne dans une position déterminée, il faut que dans sa coupe transversale, passant par son centre de gravité, perpendiculairement à son axe, la ligne I G, soit au moins égale à G R, fig. 2, 3, 4, 6, et 8.

5°. Que dans les figures où toutes les lignes tirées du centre de gravité sont égales, comme dans le cercle, fig. 5, les lignes I G et G R, étant de même grandeur, le solide dont il est la coupe transversale, tel qu'un cylindre ou une sphère, se soutient sur quelque partie de sa circonférence qu'il soit placé, mais comme les forces qui le soutiennent dans chaque position, sont en équilibre, la moindre force additionnelle le fait tourner autour de son axe.

6°. Que dans les autres figures rectilignes ou curvilignes où toutes les lignes tirées de leur centre de gravité à leur périmètre ne sont pas égales, comme dans les figures 2, 3, 4, 6 et 8, il faut, pour qu'elles tournent, que G R, soit plus grand que I G.

Ainsi un prisme à base carrée en bois de chêne se soutient également sur chacune de ses faces, parce que, sur quelque face qu'il soit posé, on a toujours L G, égale à G R fig 6; mais pour le faire tourner, il faut une force additionnelle B K égale à la différence de G B à G R;

7°. Que si la base du prisme est un rectangle dont les faces contiguës A B, B D fig. 3. soient inégales, il ne pourra se soutenir que sur une de ses grandes faces, parce que dans cette seconde position I G est toujours plus grand que G R, d'où il suit que le prisme fig. 7 ne pourrait pas se

soutenir dans la position où il est représenté, puisque IG est plus petit que GR.

8°. Que ces effets sont les mêmes pour les corps de mêmes forme et dimensions, massifs ou creux ou de pesanteur spécifique différente.

Pour mieux faire connaître le résultat de ces effets, j'ai appliqué le calcul à quelques expériences sur cet objet qui peuvent être également utiles à l'étude de l'hydraulique et de la navigation.

Première application.

Un prisme à base carrée en bois de chêne d'un pied de longueur et dont chaque face a 7 pouces de largeur, étant placé dans l'eau, sur une de ses faces, s'y enfonce de 6°. et se soutient également sur chacune. Les lignes LG et GR fig. 6 qui indiquent les bras de levier des efforts de la masse du prisme sont chacune de 3 ponces $\frac{1}{2}$; GR est le bras de levier de l'effort qui tend à faire tourner le prisme, et LG celui de la force qui lui résiste, de sorte que désignant la masse par M, il faut pour que le prisme se soutienne, que le produit $M \times LG$ soit égal à $M \times GR$.

La masse du prisme peut être exprimée par celle de l'eau déplacée, indiquée dans la figure 6 par le rectangle IBDF qui, dans ce cas-ci, est de 6 pouces sur 7 produisant 42°. de superficie. LG et GR étant chacun de 3 pouces $\frac{1}{2}$ leur produit par la masse 42 donnera également 147 pour l'effort qui tend à faire tourner ce prisme et IG la résistance qui s'y oppose, d'où il résulte que ce prisme doit rester dans sa position. Mais considérant que, lorsqu'un prisme à base carrée tourne sur son axe, le levier horizontal, figure 6,

augmente en même raison que le vertical, jusqu'à ce que A G devienne horizontal et B G vertical, il doit en résulter que le bras de levier pour faire tourner ce prisme doit être plus grand que G B = 4 pouces $\frac{19}{20}$ et la force additionnelle plus grande que la différence B K = 1,45, en sorte que le produit de la masse M × B K ou de 42 × 1,45 qui donne 60,90 sera l'expression de sa stabilité, c'est-à-dire de sa plus grande résistance avant de chavirer,

Seconde application.

Un autre prisme, fig. 15, de même forme et dimension, mais évidé, ne s'enfonce dans l'eau que de 1 pouce $\frac{1}{2}$, et se soutient également sur chacune de ses faces comme le prisme massif, la masse d'eau qu'il déplace n'est que de 10 pouces $\frac{1}{2}$, de sorte qu'on a de même M × L G = M × G R, car dans cette indication il n'y a que la valeur de M qui soit changée et qui est de 10 $\frac{1}{2}$, laquelle multipliée par 3 $\frac{1}{2}$ donne 36 $\frac{3}{4}$ pour les deux efforts. B K étant de même de 1,45 l'expression de sa stabilité sera aussi indiquée par M × B K qui devient 10,50 par 1,45 et qui donne 15,225, il est facile de voir que ce résultat, comparé à celui du prisme massif, se trouve dans le même rapport que la masse, d'où l'on peut conclure que dans les prismes de mêmes formes et dimensions, les stabilités sont entr'elles comme leur poids exprimé par les masses d'eau déplacées.

Troisième application.

Un prisme à base rectangulaire de 4 pouces sur 7 pouces, sur un pied de longueur, étant placé dans l'eau sur sa petite face B D de 4 pouces de largeur, ne peut pas se soutenir,

soit qu'il soit plein comme la figure 7, ou qu'il soit creux comme l'indique la figure 16, parce que dans ces deux cas on a le produit de M × L G plus petit que celui de M × G R.

Un prisme posé dans l'eau sur sa grande face B D, fig. 3, s'y soutient avec une stabilité exprimée par M × B K; B G étant 4,03 et G R ou G K étant 2, la valeur de B K pour ce prisme sera 2,03; le prisme plein enfonce dans l'eau de 3 pouces $\frac{1}{7}$ et déplace 21 pouces d'eau qui représente sa masse désignée par M, en sorte que la stabilité de ce prisme est exprimée par 21 × 2,03 qui donne 42,63. Le prisme évidé, figure 9, n'enfonce dans l'eau que de 1 pouce $\frac{1}{7}$, le volume d'eau qu'il déplace est de 8 pouces, représenté par M, d'où il résulte que sa stabilité sera exprimée par 8 × 2,03 qui donne 16,24 qui est en même rapport avec la masse.

Quatrième application.

Un autre prisme évidé, sans dessus, figure 16, étant placé dans l'eau sur sa petite face C D, ne s'y soutient pas, mais lorsqu'on verse dedans une certaine quantité d'eau qui fait baisser son centre de gravité, en rendant la partie du bas plus pesante, ce prisme se soutient, ce qui prouve qu'un bateau qui chavirerait étant vide peut acquérir une certaine stabilité par sa charge, il faut environ 2 pouces de hauteur d'eau pour que cette espèce de boîte ou de bateau commence à se soutenir. L'art de faire convenablement ce chargement que les marins appellent arrimage est extrêmement utile à la navigation.

Cinquième application.

Un troisième prisme évidé posé sur sa grande face B D et sans dessus, figure 9, ne s'enfonce dans l'eau que de $\frac{60}{77}$ de pouce et déplace 5 pouces $\frac{5}{11}$ d'eau; son centre de gravité G est à 1 pouce du point R; B G étant pour ce cas, 3,64 et G R = I, on a B K = 2,64; M qui indique la masse d'eau déplacée étant $5\frac{5}{11}$, l'expression de la stabilité de cette caisse ou bateau sera $2{,}64 \times 5\frac{5}{11}$ qui donne 14,40 qui est plus de $2\frac{1}{5}$ fois son poids.

Observation importante.

Les grands bateaux, fig. 17, qui servent à naviguer sur les fleuves, ont presque toujours une largeur égale à trois fois leur hauteur, et n'équivalent pas, lorsqu'ils sont chargés, à un prisme massif en bois de même forme; en sorte que, dans cet état, leur centre de gravité ne s'élève pas à la moitié de leur hauteur, ce qui donne G L, au moins une fois et demie plus grand que G R, d'où il résulte que leur stabilité étant plus grande que une fois et demie leur poids, ils ne peuvent jamais chavirer, mais les petits batelets qui servent à transporter des passagers, n'ayant leur largeur qu'à peine un quart de plus grand que leur hauteur, il peut arriver que lorsqu'ils contiennent plusieurs passagers debout, leur centre de gravité s'élève de manière que G R devienne presque égal à G L, fig. 18, alors le moindre mouvement peut les faire chavirer et occasioner de grands accidens, c'est pourquoi il serait prudent, lorsque les batelets contiennent beaucoup de passagers de les faire asseoir, ou de doubler leur fond d'une lame de plomb cachée dans le

doublage. M. le marquis de Marigny avait au château de Ménard un petit batelet construit de cette manière qui ne pouvait jamais chavirer et dont il se servait pour se promener sur la Loire.

Sixième application.

Un prisme à base triangulaire, figure 4, de même longueur que les précédens, formant la moitié d'un prisme à base carrée coupé sur une de ses diagonales dont les côtés B R et R C sont de 7 pouces étant posé dans l'eau sur son angle droit B R C s'y enfonce de 4 pouces $\frac{39}{100}$, et déplace 21 pouces d'eau, la distance G R de son centre de gravité est de 3 pouces $\frac{3}{10}$ et celle G I de 4,96, en sorte que I K est 1,66; M qui indique la masse étant 21, l'expression de la stabilité de ce prisme ainsi placé se trouve $21 \times 1{,}66$ qui donne 34,86.

Septième application.

Le même prisme, figure 10, placé dans l'eau sur sa grande face s'y enfonce de 3,08 pouces, la distance du centre de gravité au point R est de 1,65 pouces et celle du même centre au point B est de 5,22 pouces, ce qui donne pour la valeur de B K 3,57, et pour l'expression de la stabilité indiquée par $M \times BK$ ou $21 \times 3{,}57$, qui donne 74,97.

Huitième application.

Un prisme semblable aux précédens, figure 13, mais évidé, étant placé dans l'eau sur sa grande face ne s'enfonce que de $\frac{77}{100}$ de pouce, et déplace une masse d'eau de 7 pouces. La distance G R de son centre de gravité est de 1,45 pouces,

et B G est de 5,16 en sorte que B K est 3,71 et l'expression de sa stabilité 7 × 3,71 qui donne 25,97.

Neuvième application.

Le même prisme évidé, figure 12, placé dans l'eau sur son angle droit ne peut pas se soutenir; s'il le pouvait il enfoncerait dans l'eau de 2,65 pouces; alors la distance G R de son centre de gravité étant plus grande que G I l'effort qui tendrait à faire tourner ce prisme serait exprimé par I K ou 2,65 × 7 qui donne 18,55 tandis que la résistance serait exprimée par G I ou 1,85 × 7 qui ne donne que 12,95. Ce qui démontre qu'effectivement le prisme ne peut pas se soutenir.

Dixième application.

Le même prisme évidé, et sans dessus, ne peut pas encore se soutenir sur son angle droit, mais lorsqu'on verse de l'eau dans cette espèce de bateau jusqu'à la moitié de la hauteur de G R il se soutient. C'est une nouvelle preuve que le chargement des bateaux peut augmenter leur stabilité, car le prisme plein qui indique la plus grande charge, procure, d'après la sixième application, une stabilité de 34,86.

Onzième application.

Un cylindre massif en bois de chêne, figure 5, de 7 pouces de diamètre sur 1 pied de long, étant placé dans l'eau, s'y enfonce de 5 pouces $\frac{5}{10}$ et déplace une masse d'eau de 33 pouces $\frac{14}{100}$. En considérant le cercle ou prisme formant la section passant par le centre de gravité, on voit que le centre de gravité étant le même que celui du cercle, les

lignes L G, I G et R G qui indiquent les distances de ce centre à la circonférence seront des rayons tous égaux entre eux, qui auront chacun 3 pouces $\frac{1}{3}$. Ainsi ces lignes qui sont les bras de levier de la masse produiront des efforts égaux exprimés par $33,14 \times 3\frac{1}{3}$ qui donne 116 qui se balanceront entre eux pour soutenir le cylindre en équilibre dans l'eau, comme nous l'avons déjà expliqué ci-devant, en sorte que sa stabilité relativement à une puissance qui le pousserait perpendiculairement à son axe serait zéro. Si au lieu d'un cylindre on pose dans l'eau une boule ou sphère de même bois, elle cédera au moindre effort dans toutes les directions.

Douzième application.

Un cylindre creux, figure 14, de mêmes dimensions étant placé dans l'eau ne s'y enfonce que de 1 pouce $\frac{4}{5}$ et déplace 7 pouces $\frac{4}{5}$ d'eau; mais à cause de l'égalité des bras de levier L G et G R il se trouve en équilibre dans l'eau comme le cylindre massif, quoique les efforts indiqués par $7,82 \times 3,50$ ne donne que 27,37 au lieu de 116.

Treizième application.

Un demi-cylindre massif, figure 2, en bois de chêne de mêmes longueur et diamètre que le précédent étant posé dans l'eau sur sa partie convexe s'y enfonce de 3 pouces $\frac{1}{10}$ et déplace une masse d'eau de 16 pouces $\frac{36}{100}$; son centre de gravité est à 2 pouces du point R, la longueur I G est de 3,64. Ainsi l'effort qui tend à faire tourner le demi-cylindre dans cette position exprimée par la masse d'eau déplacée multipliée par G R, qui est 2, sera $16,35 \times 2$ qui donne 32,70 tandis que la résistance indiquée par $16,35 \times 3,64$ donne 59,51, et pour sa stabilité $26,81 = M \times I K$.

Quatorzième application.

Le même demi-cylindre, figure 8, posé dans l'eau sur sa face plate, ne s'enfonce que de 2 pouces $\frac{6}{10}$, et déplace comme le précédent 16 pouces $\frac{11}{100}$. L'effort qui tend à faire tourner ce demi-cylindre indiqué par 16,35 × 1,50 donne 24,525; tandis que la résistance exprimée par 16,35 × GI = 2,60 donne 42,51 et pour la stabilité 18,135 moindre que celle du demi-cylindre posé sur sa surface convexe.

Quinzième application.

Un demi-cylindre évidé, figure 11, en forme de bateau, de mêmes dimensions que les précédens, étant posé dans l'eau sur sa partie convexe, s'enfonce de 1 pouce et déplace 3 pouces $\frac{4}{10}$ d'eau. Son centre de gravité est à 1,26 du point R et I G = 2,46.

L'effort qui tend à faire tourner étant exprimé par 3,4 × 1,26 donne 4,284. L'effort qui résiste, exprimé par 3,4 × 2,46, donne 8,364, et pour l'expression de la stabilité 4,088.

Seizième application.

La coupe de la carène des grands vaisseaux de ligne diffère peu du demi-cercle, ainsi qu'on peut le voir par la figure 22 qui représente le maître couple d'un vaisseau du premier rang; sa plus grande largeur, prise au droit du centre de gravité est de 42 pieds. Lorsque les vaisseaux sont en charge, ils enfoncent dans l'eau de 18 pieds, en sorte que la surface de la masse d'eau déplacée est de 607 pieds. En terme de marine, pour qu'un vaisseau du premier rang

ait une belle batterie et qu'il porte bien la voile, il faut, selon M. Bouguer, que le centre de gravité de sa masse, qu'il nomme *métacentre*, se trouve à la hauteur de la ligne de flottaison, ce qui donne G R de 18 pieds, et I G de 20 pieds $\frac{7}{10}$.

Ainsi l'effort qui tend à faire chavirer le vaisseau serait indiqué par 6,07 × 18 qui donne 109,26 et celui qui résiste à cet effort serait exprimé par 6,07 × 20,7 dont le produit est 12,565, en sorte que la stabilité ne serait que de 1639, un peu plus du septième de l'effort qui tend à le faire chavirer.

Dix-septième application.

Les navires à seize rangs de rames de Démétrius Poliorcète, qui naviguaient avec tant de facilité et dont Plutarque fait l'éloge, pouvaient être disposés comme l'indique la figure 23. D'après cette figure le fond aurait pu avoir. . . . . 12 coudées de largeur.

1er.	plancher au-dessus. . .	21
2e.	— . . .	27
3e.	— . . .	31
4e.	— . . .	36
5e.	ou tillac.	38
	Total.	165 coudées

sur une demi-coudée d'épaisseur réduite produirait en cube 82 coudées $\frac{1}{2}$. Les bois de ces planchers, compris les fers et autres objets susceptibles d'augmenter leur pesanteur spécifique, peuvent l'assimiler à celle de l'eau de manière à pouvoir indiquer le volume d'eau déplacé. Ainsi ce

volume serait pour les planchers de 82 coudées $\frac{1}{3}$ pour 66 coudées de cloisons, poteaux et face sur une épaisseur réduite d'un tiers de coudées, produit. 22

Pour les escaliers, rames, rameurs et agrès. $18\frac{1}{3}$

Pour les planchers. . . . . $82\frac{1}{3}$

Total. . . . . 123 coudées.

Ainsi la masse d'eau déplacée étant évaluée à 123 coudées, cette quantité divisée par la largeur moyenne qui est de 18 donne pour la profondeur dont ce vaisseau devait enfoncer de 6 coudées $\frac{5}{6}$.

Pour trouver le centre de gravité, il suffira de multiplier la largeur de chacun de ces planchers par leur distance du point R ce qui donnera :

Pour le 1er. plancher.	21	× 6 =	126
— 2e. —	27	× 9 =	243
— 3e. —	31	× 13 =	403
— 4e. —	36	× 16 =	576
— 5e. —	38	× 21 =	798
Pour les faces, poteaux et cloisons. . . .	42	× 12 =	504
Pour les escaliers, rames, rameurs et agrès.	32	× 15 —	480
Total.			3130

Ce qui donnera pour la somme des momens 3130 qui étant divisée par la somme des longueurs qui est de 227, donne pour la hauteur du centre de gravité 13 coudées $\frac{7}{10}$ qui sera la valeur de G R, mais la distance G I étant de 15 coudées, la stabilité de ce navire pourra être exprimée par GI moins GK multiplié par la masse d'eau déplacée, c'est-à-dire, par 123 × 1,3 qui donne 159 $\frac{9}{10}$. Pour pouvoir comparer

cette stabilité à celle du vaisseau du premier rang de l'application précédente, il faut être prévenu que les coudées cubiques dont nous avons fait usage pour cette dernière application valent 4 pieds $\frac{1}{2}$ cubes, ainsi les 159 coudées $\frac{9}{10}$ vaudraient 719 pieds cubes $\frac{1}{2}$ pour la stabilité d'un bâtiment à rames, qui a beaucoup moins d'efforts à soutenir qu'un bâtiment à voile.

Dix-huitième application.

Au navire à quarante rangs de rames de Ptolomée Philopator indiqué par la figure 21, le plancher formant le fond pouvait avoir. . . . . 20 coudées de largeur.

1er.	plancher au-dessus.	30
2e.	—	36
3e.	—	40
4e.	—	44
5e.	—	48
6e.	—	52
7e.	—	56
8e.	—	60
9e.	—	64
10e.	—	68
11e.	—	74
	Total.	592 coudées.

Sur une épaisseur réduite d'une demi-coudée produit. 296

Pour cloisons, faces, poteaux et autres. . .	74
Pour portiques, escaliers et autres.	59
Pour rames, rameurs et agrès.	30
Total.	459

Cette masse, divisée par la largeur moyenne de 35 coudées, donne pour la profondeur à laquelle ce navire devait s'enfoncer, un peu moins de 13 coudées.

Pour trouver le centre de gravité on aura :

Pour le fond.	20 × 1 =	20
Pour le 1er. plancher.	30 × 4 =	120
— 2e. —	36 × 7 =	252
— 3e. —	40 × 11 =	440
— 4e. —	44 × 15 =	660
— 5e. —	48 × 18 =	864
— 6e. —	52 × 21 =	1092
— 7e. —	56 × 24 =	1344
— 8e. —	60 × 28 =	1680
— 9e. —	64 × 32 =	2048
— 10e. —	68 × 36 =	2448
— 11e. —	74 × 40 =	2960
Pour cloisons, faces, poteaux, etc.	74 × 27 =	1998
Pour portiques, escaliers, etc. .	59 × 22 =	1298
Pour rames, rameurs et agrès.	30 × 28 =	840
Totaux.	755	18064

Cette somme des momens 18064 étant divisée par 755 qui représente la masse, donnera pour la hauteur G R du centre de gravité 23 coudées $\frac{24}{100}$, tandis que G I est de 26, d'où il résulte que sa stabilité serait un peu moins de la douzième partie de son poids sans le lest qui pourrait l'augmenter beaucoup en abaissant le centre de gravité. Ainsi ce navire, tel que je le suppose, aurait eu toute la stabilité nécessaire pour naviguer.

Pour la figure 20 qui représente la section transversale

de l'arche de Noé passant par son centre de gravité, on voit que G I étant de près d'un cinquième plus grand que G R, ce bâtiment, comme je l'ai représenté, aurait eu toute la stabilité nécessaire.

FIN.

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE MÉMOIRE

SUR LA MARINE DES ANCIENS.

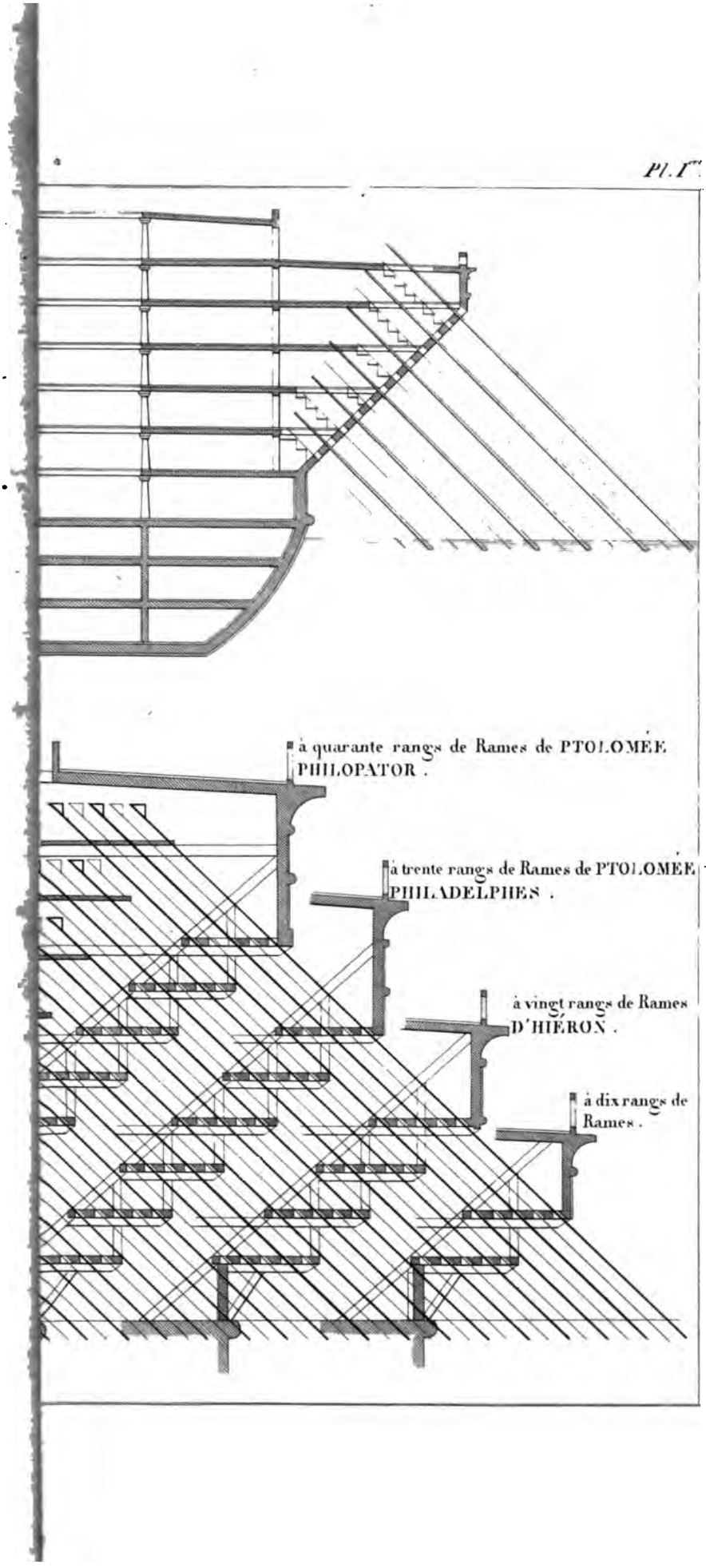
Pages.

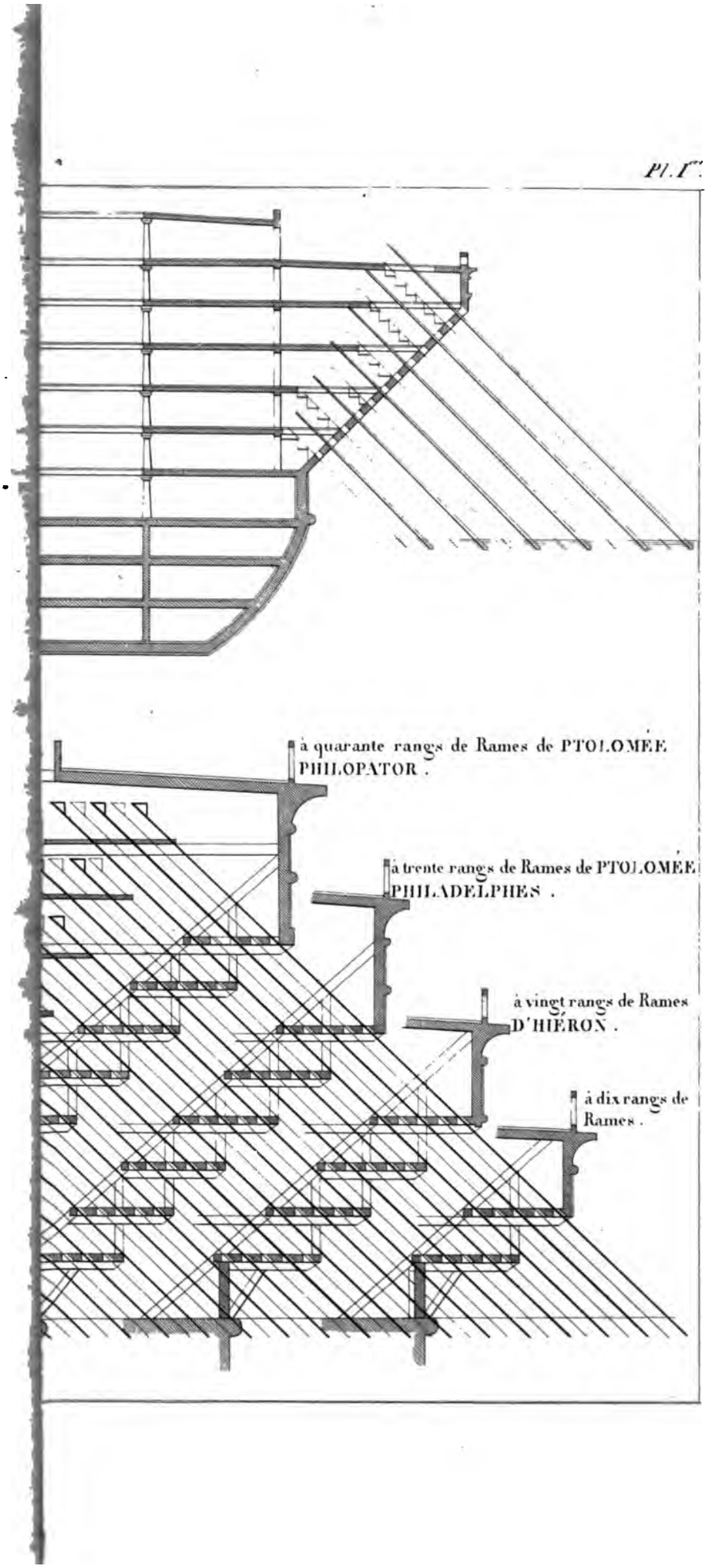
Motif qui a engagé l'auteur à faire des recherches sur la marine des anciens. 1
Conjecture sur l'origine de la navigation. 2
De la marine des anciens Égyptiens et des Grecs. 4
Navires à quatre rangs de rames inventés par les Carthaginois. 5
Navires à quinze et à seize rangs de rames, de Démétrius Poliorcètes. 6
Navire à vingt rangs de rames d'Hiéron, tyran de Syracuse. 7
Navire à quarante rangs de rames de Ptolomée Philopator. . 13
Moyen trouvé par un Phénicien pour mettre le grand navire à l'abri des agitations de la mer. 15
Autre bâtiment appelé thalamègue, construit par Ptolomée Philopator. . . . . *Id.*
De la marine des Romains et des Carthaginois. 16
De la bataille d'Actium gagnée par Auguste. 17
Des liburnes. 19
Des dromones. 20
De la disposition des rames dans les navires des anciens à plusieurs rangs de rames. 21
De ce qui a induit en erreur les auteurs modernes qui ont écrit sur les navires des anciens. 23

Pages.
Questions à résoudre relativement aux navires à plusieurs rangs de rames. 24
Des premiers navires longs appelés *deceiros*, *eicoros*, *triakontoros et tessarakontoros*. 25
De l'adoption de ces navires par les Athéniens après la bataille de Salamine et des trois espèces de rameurs relativement à leur position. 26
Des trirèmes et des penthères. 28
Système de M. Deslandes. 29
Des quadrirèmes, des quinquirèmes, et des sextirèmes. . . *Id.*
Des septirèmes et système de Palmérius. 30
Systèmes de Fabretti et de Vossius. 32
De la difficulté de placer quinze, dix-huit, vingt et surtout quarante rameurs sur une même rame. 33
Système de Meibonius. 37
Système d'Isaac Vossius. 39
Examen sur la possibilité des navires à plusieurs rangs de rames. 40
Différence des galères modernes avec les navires des anciens et de l'inclinaison des rames. 41
Systèmes de Palmérius, de Végèce, et de David Leroy. . . 42
Quelle pouvait être la disposition et l'inclinaison des rames d'après la description de Calixène. 46
Table qui indique les dimensions de ces rames en coudées, pieds et mètres, depuis un jusqu'à douze rangs de rames. 47
Disposition qui démontrait qu'un seul homme pouvait manœuvrer les rames des plus grands navires. . . . . 49 et 51
Table pour les dimensions et le poids des rames du grand navire de Ptolomée Philopator. 52
Idée de l'effet des rames des navires des anciens, comparé à celui des rames des galères. 55
De l'arche de Noé. 56
Des différentes coudées. 57
Expériences et observations sur les corps flottans dans l'eau. 61
Première application. 63

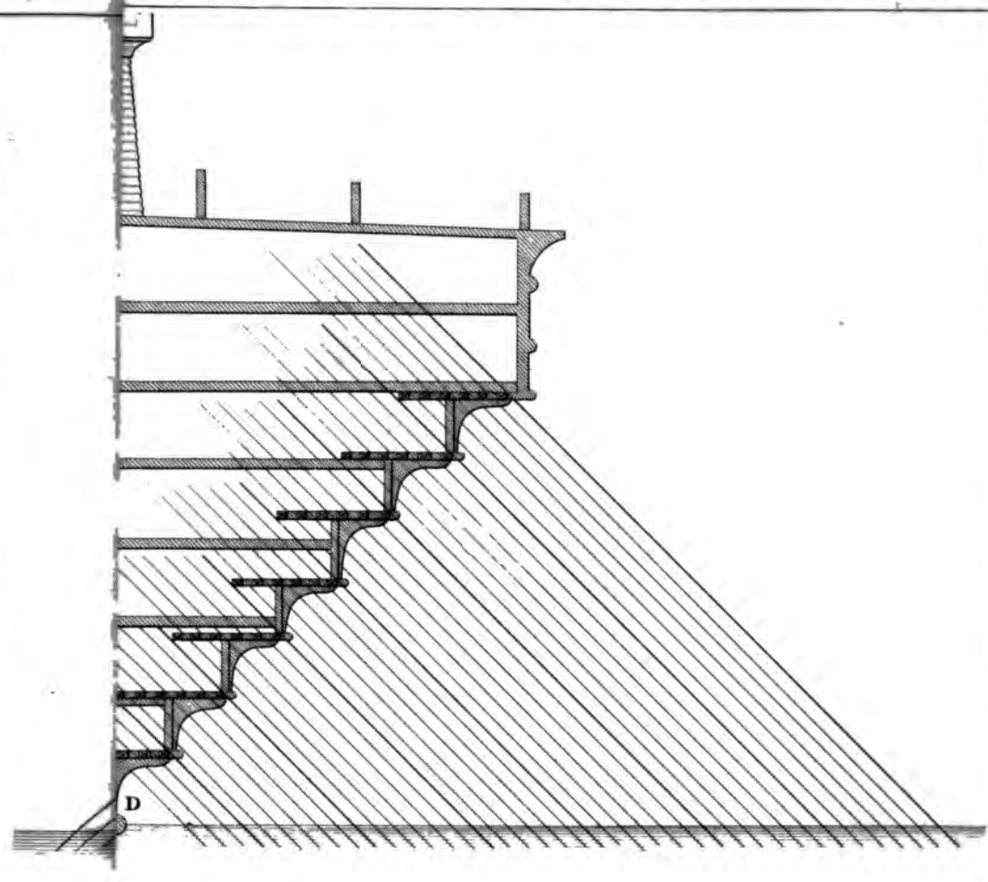
Pages.
Seconde et troisième applications. 64
Quatrième application. 65
Cinquième application et observation importante. 66
Sixième, septième et huitième applications. 67
Neuvième, dixième et onzième applications. 68
Douzième et treizième applications. 69
Quatorzième, quinzième et seizième applications. 70
Dix-septième application. 71
Dix-huitième application. 73

Pl. Ire.


à quarante rangs de Rames de PTOLOMÉE PHILOPATOR .
à trente rangs de Rames de PTOLOMÉE PHILADELPHES .
à vingt rangs de Rames D'HIÉRON .
à dix rangs de Rames .

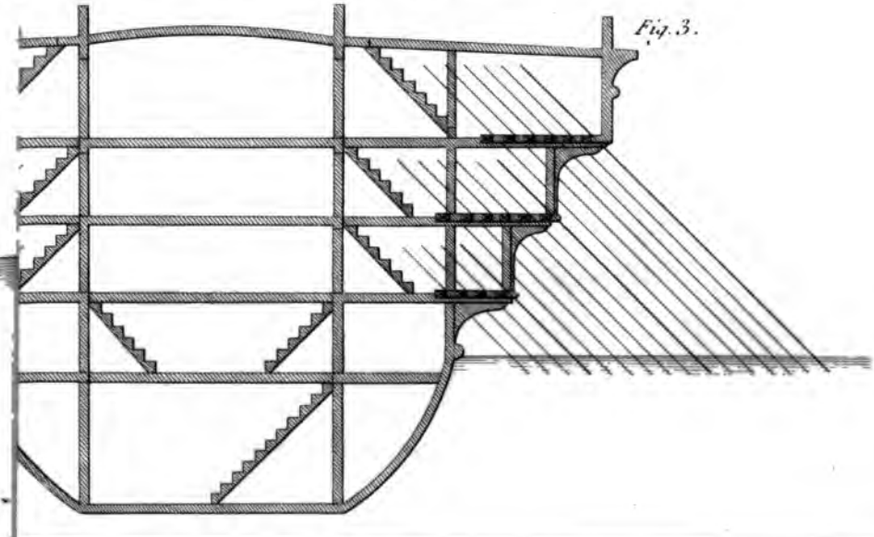

à quarante rangs de Rames de PTOLOMÉE PHILOPATOR .
à trente rangs de Rames de PTOLOMÉE PHILADELPHES .
à vingt rangs de Rames D'HIÉRON .
à dix rangs de Rames .

PTOLOMÉE PHILOPATOR. Pl. II.

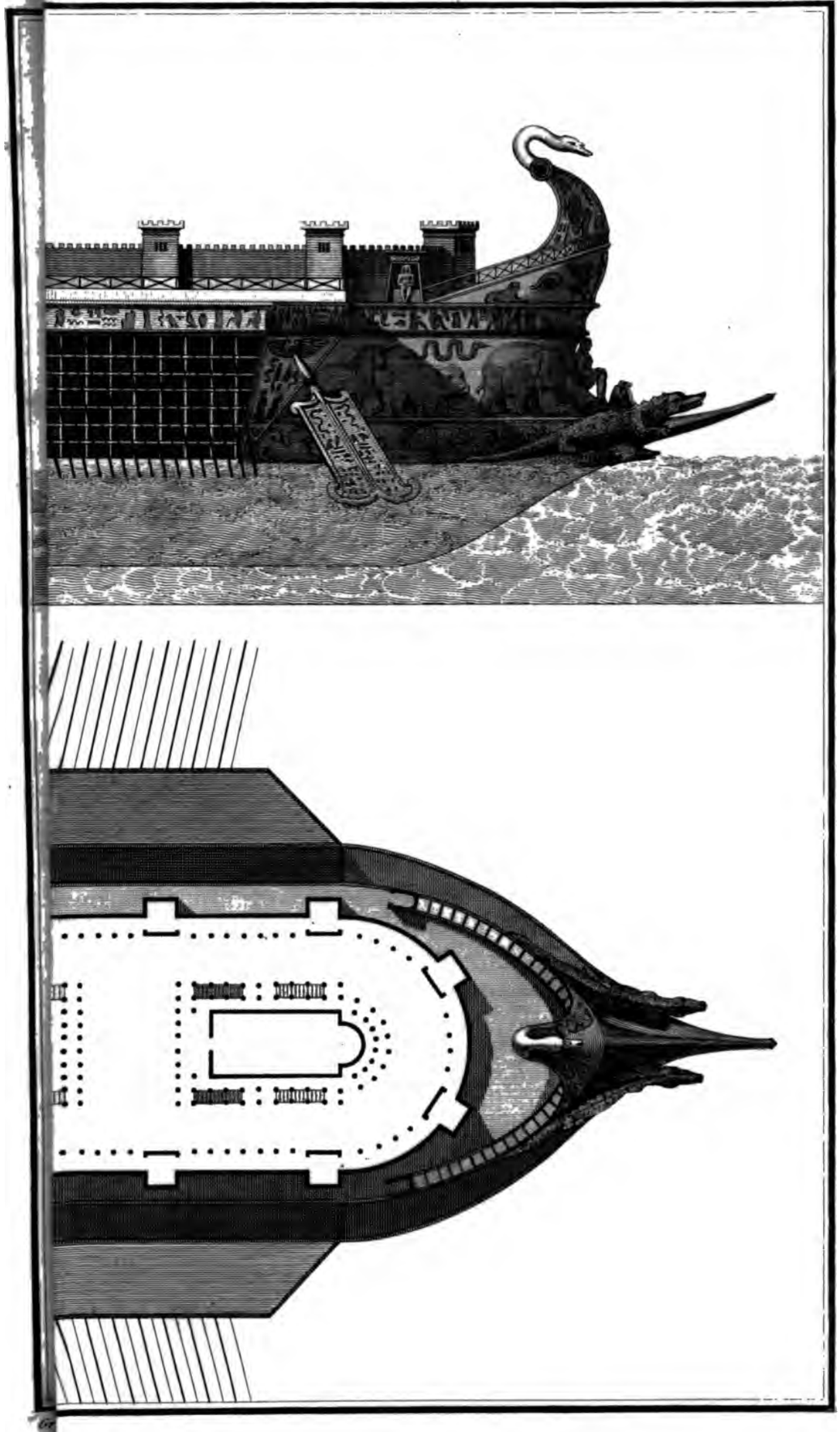


IRE A SEIZE RANGS DE RAMES
EMETRIUS POLIOCERTES.

Fig. 3.



Gravé par Adam



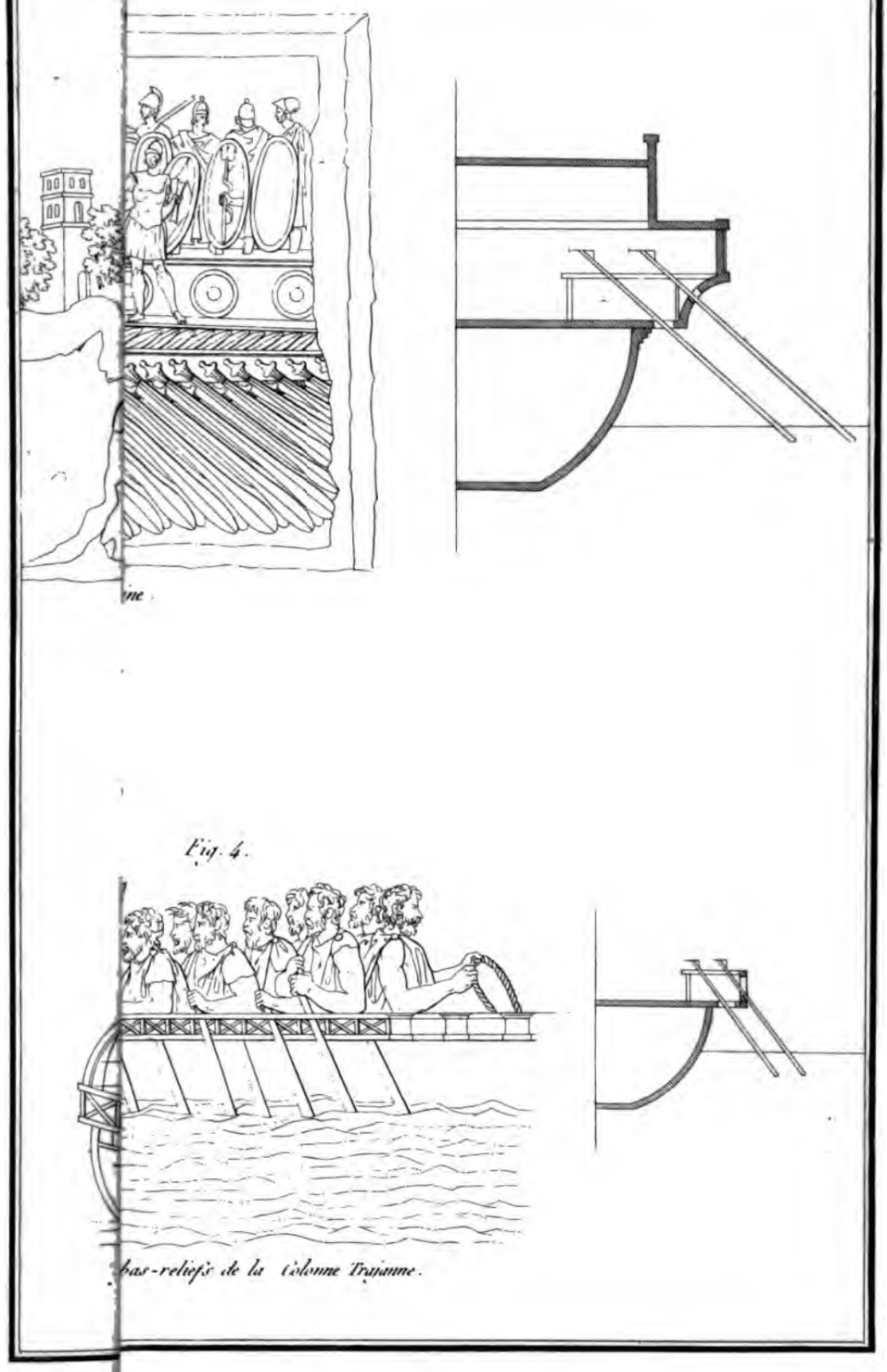


Fig. 4.

bas-reliefs de la colonne Trajanne.

Fig. 3.

Trière ou Trireme.

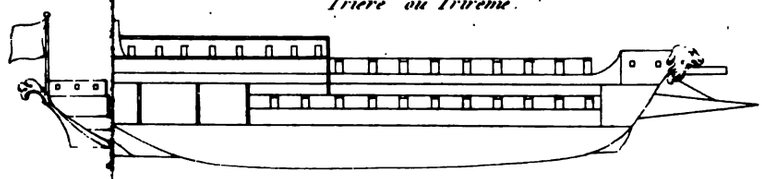
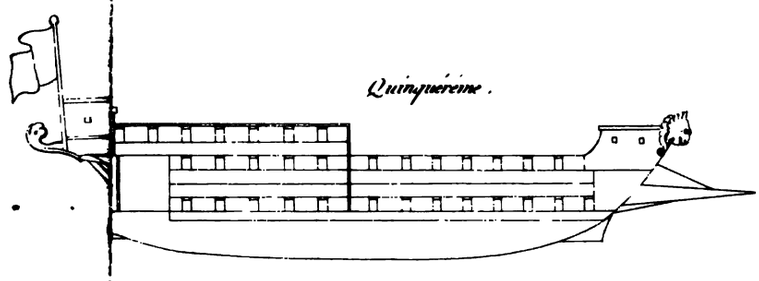
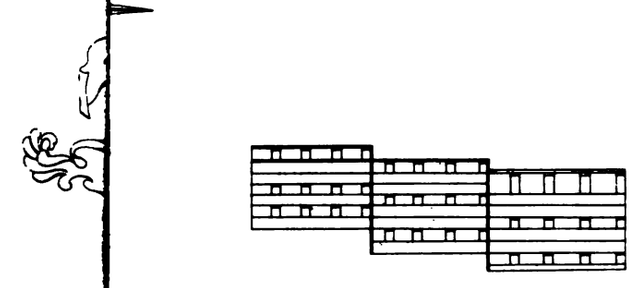


Fig.

Quinquereme.





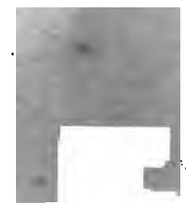


Fig. 7.

Système de Meibomius pour les anciennes trirèmes

Thalamite

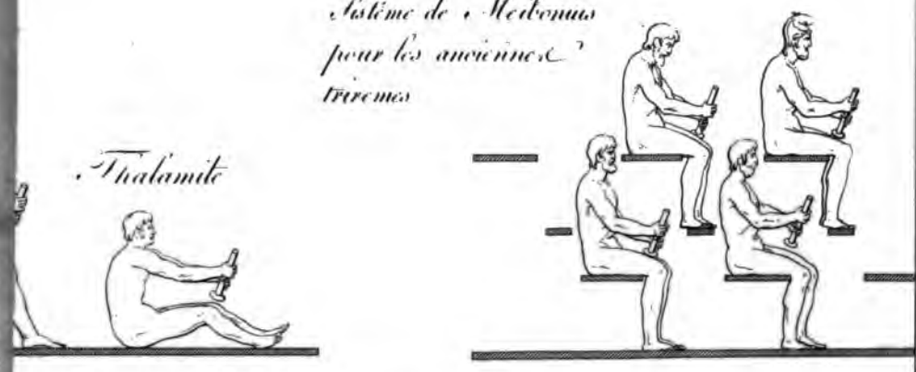


Fig. 6.

Système de Meibomius pour les nouvelles trirèmes ou liburnes

Fig. 5.

Meibomius

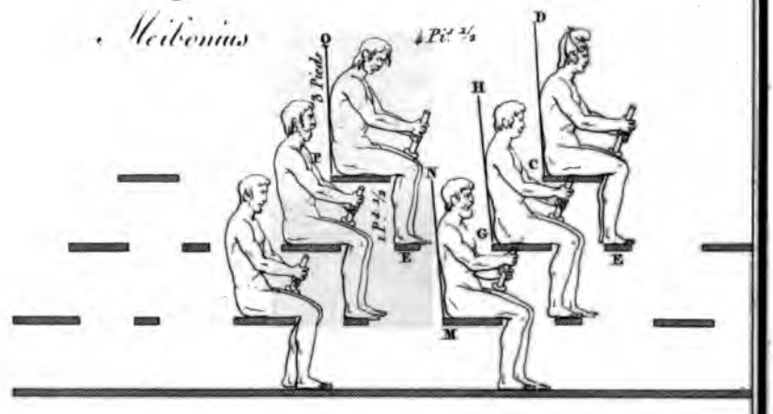


Fig. 2.

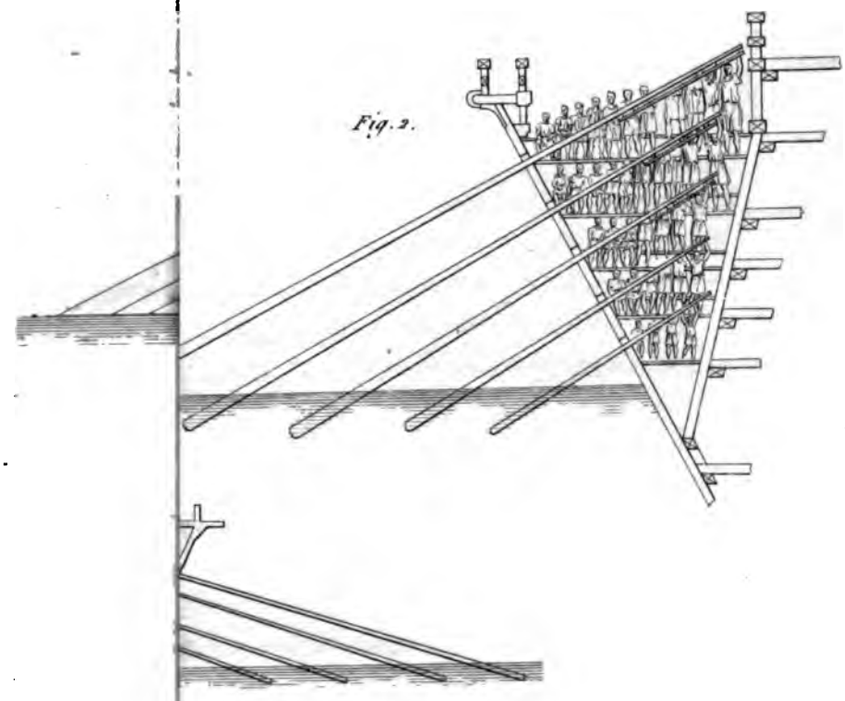


Fig. 7.

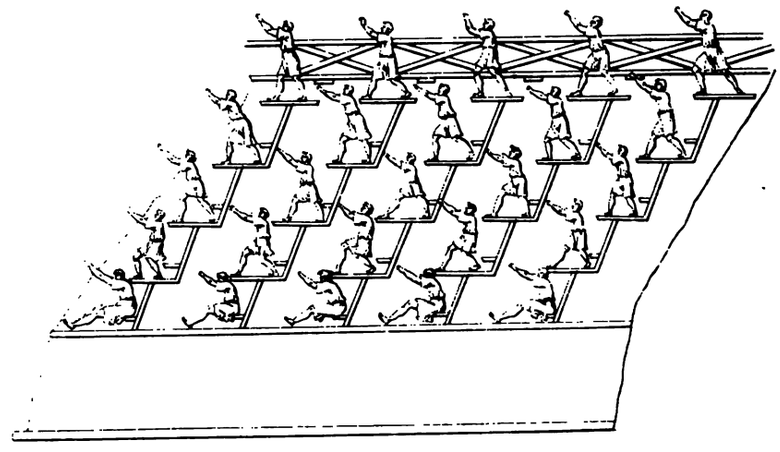


Fig. 3.

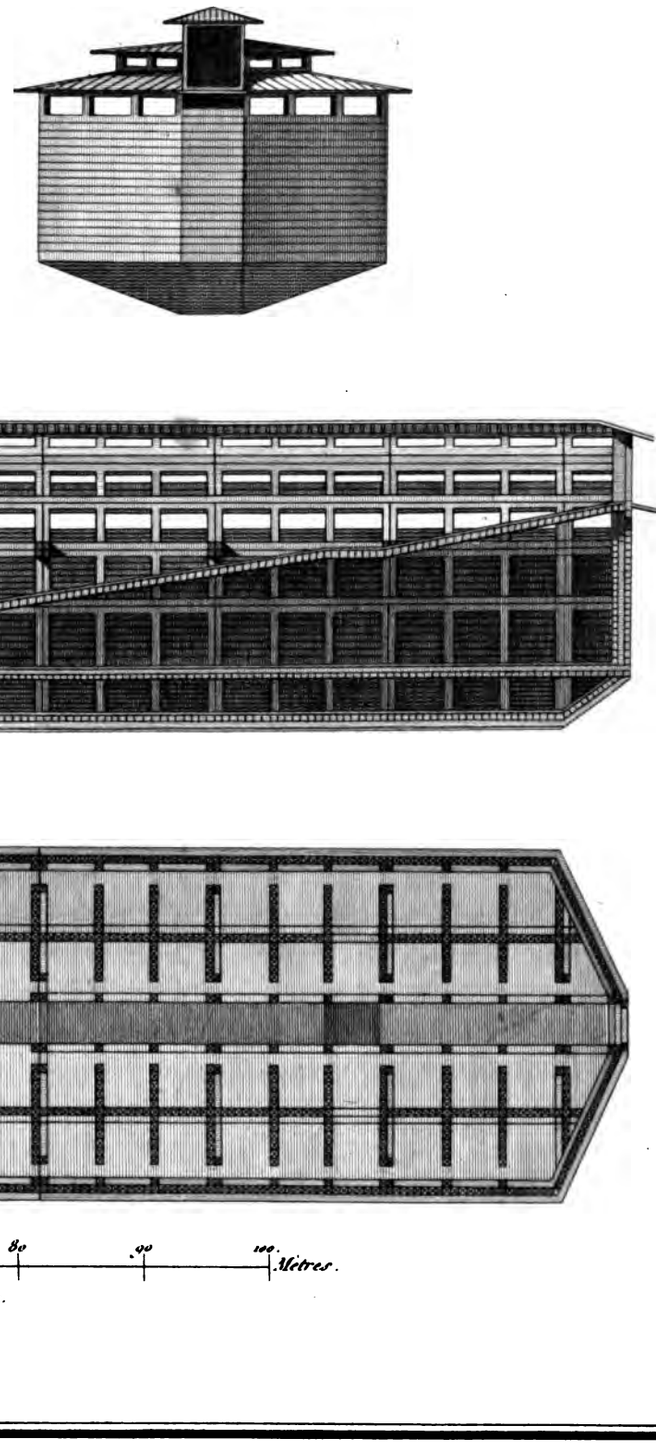


Fig. 6.

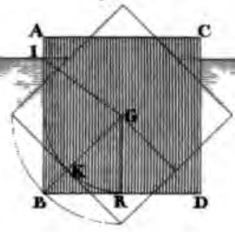


Fig. 7.

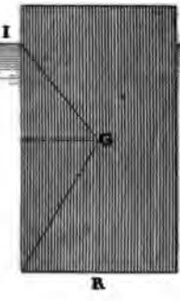


Fig. 15.

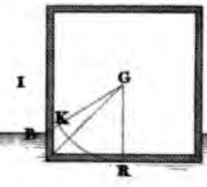


Fig. 16.

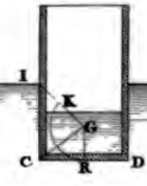


Fig. 18.

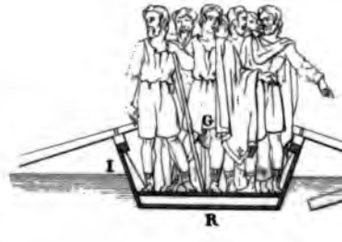


Fig. 19.

Fig. 22.

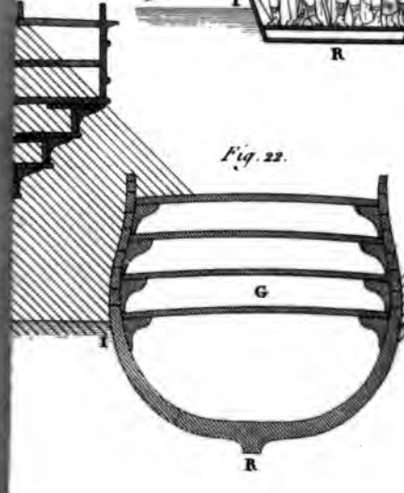
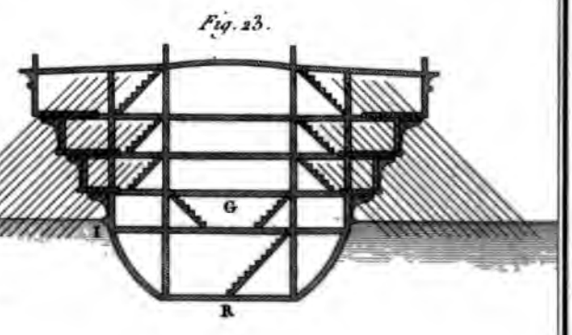



Fig. 23.